COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JUILLET 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Sur les rapports de la Géodésie avec la Géologie;* par M. Faye.

« J'ai exposé, il y a quelques mois, dans une Conférence de la Sorbonne [1], des idées qui intéressent à la fois ces deux Sciences. Il n'est plus possible aujourd'hui de maintenir entre elles l'ancienne séparation : d'exclure, par exemple, en Géodésie, de l'ensemble des forces qui agissent sur le globe terrestre, celles qui en modifient incessamment le relief, ou de chercher, en Géologie, la cause de ces dernières sans savoir que leur action est pondérée de manière à ne pas altérer notablement, dans le cours des siècles, la figure d'équilibre de notre planète.

» C'est pour avoir perdu de vue ces rapports nécessaires que les géo-

[1] *Revue scientifique* du 27 mars.

logues qui prétendent rattacher la formation de la Terre à une conception de pure géométrie, sans s'occuper des forces qui en maintiennent la figure, s'exposent à tomber d'hypothèse en hypothèse jusqu'à la théorie de la Terre pyramidale qui, certes, ne saurait être considérée comme un progrès.

» J'attachais peu d'importance à cette singulière idée : aussi ne m'attendais-je guère à une vive opposition de la part de ses rares partisans. Mais je me trompais : l'hypothèse pyramidale était fortement ancrée dans quelques esprits; à peine ma théorie était-elle publiée qu'elle a été attaquée avec une vivacité singulière. Le savant défenseur de cette hypothèse, M. de Lapparent, a produit tout d'abord un grand effet en m'accusant d'être en désaccord avec les géodésiens allemands. Puis il a nié que la présence des mers ait exercé la moindre influence sur le refroidissement du globe et il nous a apporté en preuve l'histoire d'un puits artésien de 126^{m}, foré en Sibérie. Il a parlé des fissures et des cavernes qui doivent diminuer la densité des couches profondes du globe, et il a contesté que ces couches soient devenues plus denses en passant de l'état liquide à l'état solide et cristallin.

» Enfin, tout récemment, il a essayé de prouver que la figure du globe a été profondément altérée à l'époque quaternaire par l'attraction des glaciers : cette attraction serait venue s'ajouter à celle des continents pour défigurer doublement la surface des mers. Cette espèce de campagne en faveur de la théorie pyramidale de la Terre a été conduite si vivement et avec tant de succès que je viens de retrouver la plupart de ces arguments dans des journaux français fort sérieux, et même beaucoup plus loin, dans le nouveau Journal astronomique de Rio-Janeiro.

» Je suis bien forcé d'avouer le désaccord que M. de Lapparent signale entre les idées de quelques savants allemands et les miennes. Ce désaccord est complet. Mais ce n'est pas moi qui ai rompu avec la vraie tradition scientifique, celle que Bessel représentait si hautement en Allemagne : c'est le fait des quelques géodésiens dont M. de Lapparent m'oppose l'autorité, mais qui seraient bien surpris eux-mêmes s'ils se doutaient que l'on se réclame, en France, de cette autorité pour soutenir l'hypothèse pyramidale. Ce désaccord, d'ailleurs, est purement passager ; il cédera devant une étude plus large des faits qui se prépare en Allemagne, étude où l'on prendra pour base de ce vaste travail précisément l'ellipsoïde de révolution de Bessel que les dissidents dont il s'agit ont repoussé avec un certain dédain, et alors des travaux dont je suis loin de méconnaître le

mérite prendront leur valeur réelle. Pour moi, je suis de l'école géodésique de France, suivie et développée par Bessel en Allemagne, Airy et Clarke en Angleterre, le Révérend Pratt aux Indes orientales, Pierce en Amérique, Andrae en Danemark, etc. Je reconnais, avec ces maîtres de la Science, que le *géoïde* (c'est le nom que les Allemands donnent aujourd'hui à la surface des mers prolongée idéalement au-dessous des continents), loin d'offrir en plein Océan de vastes trous d'un kilomètre de profondeur, ne diffère d'un ellipsoïde de révolution que par de faibles ondulations sans loi assignable. J'ajoute seulement à leur doctrine cette idée que le système mystérieux de compensation qui annule sensiblement l'influence des continents émergés sur le niveau des mers est dû au mode de refroidissement propre à notre planète ([1]).

» Aujourd'hui, je me propose d'examiner la récente objection relative aux glaciers quaternaires ([2]), non pas, bien entendu, en géologue, mais au point de vue de leur attraction sur les mers.

» Jusqu'ici les terrasses étagées qui marquent, dans la péninsule scandinave, les niveaux atteints par les mers aux différentes époques de la période quaternaire, et que le géologue trouve aujourd'hui à des altitudes de 200^m, 300^m, 400^m et au delà, étaient considérées comme le résultat d'une émersion plus ou moins régulière, mais progressive, qui est encore aujourd'hui à l'œuvre sur certains points. M. de Lapparent entreprend de montrer, au contraire, que c'est la mer qui s'est affaissée. Pour cela, il suppose que, pendant la phase glaciaire, la masse de glace accumulée sur ces terres septentrionales a dû joindre son attraction à celle du continent européen, soulever le niveau des mers et le laisser retomber plus tard, à l'époque de la fusion et du retard desdits glaciers ([3]).

([1]) *Sur la constitution de l'écorce terrestre* (*Comptes rendus* des 22 mars et 5 avril dernier).

([2]) De Lapparent, *L'attraction des glaces sur les masses d'eau voisines* (*Revue scientifique*, n° 26, p. 801).

([3]) Je ne conteste pas cette action, mais elle n'a rien de commun avec celle des continents. L'attraction d'un continent sur le niveau des mers est sensiblement nulle, parce qu'elle est compensée au-dessous par un défaut d'épaisseur de la croûte terrestre. Il n'en serait plus de même de l'attraction d'un accident du sol, d'une pyramide d'Égypte, d'une couche de glace posée sur le continent, parce qu'elle ne serait pas compensée par un défaut correspondant dans les couches profondes. Ce sont ces accidents du sol continental, les collines ou les vallées, les amas de matériaux de densité anormale qui produisent les ondulations du géoïde, sans parler des défauts locaux de la compensation générale, qui ne saurait être absolue.

» C'est ici une simple question de calcul : l'attraction d'un glacier de dimensions données est-elle capable d'élever le niveau des mers voisines à plus de 400^m sur les côtes?

» Si, pour faciliter le calcul, on assimile ce glacier à une calotte de glace à base circulaire et d'épaisseur constante, on ne risque pas d'apprécier trop bas l'effet de ce glacier. En désignant donc par h l'épaisseur constante de ce glacier, par α degrés le demi-diamètre de sa base, et en portant à $\frac{1}{6}$ la densité de la glace par rapport à la densité moyenne de la Terre, on aura, avec une approximation bien suffisante, pour la dénivellation produite sur les bords,

$$h\left(\frac{\alpha}{360^\circ} - 2\sin^2\frac{1}{4}\alpha\right).$$

» Admettons, comme le fait M. de Lapparent (j'ignore sur quels fondements), que la calotte quaternaire de glace ait eu, sur le continent européen, l'énorme épaisseur de 1^{km}; soient, de plus, 20° pour l'amplitude de la base, ce qui couvrirait de 1^{km} de glace toute l'Europe, depuis le cap Nord jusqu'au parallèle de Paris : le calcul ne donnera qu'une dénivellation de 24^m. Nous voilà bien loin des 400^m dont il faut rendre compte. Il n'y a donc pas lieu d'invoquer ici l'attraction des glaciers ([1]), et il faut revenir à l'explication ordinaire des géologues, c'est-à-dire aux phénomènes d'émersion ou d'affaissement dont l'écorce terrestre a été le théâtre à toutes les époques, même à celles où il n'y avait pas de glaciers du tout.

» La seconde objection de M. de Lapparent n'est pas mieux fondée. Il s'agit, cette fois, de l'époque quaternaire en Amérique et de l'ancien lac qui occupait le bassin où coule aujourd'hui la *Red River*. M. Dana attribue cette formation à un exhaussement du sol qui faisait obstacle, au nord, à l'écoulement des eaux; M. de Lapparent y voit l'effet d'un grand glacier, ce qui dispense de recourir aux mouvements du sol. Je me garde bien d'intervenir dans ce débat tout géologique, mais quand je vois M. de Lapparent attribuer à l'attraction du glacier sur les eaux du lac le défaut d'horizontalité des terrasses qui ont successivement servi de bords à ce lac à mesure que son niveau baissait, je consulte les chiffres et je trouve qu'il s'agit de 38^m à 50^m; en d'autres termes, sur une longueur de 222^{km} ou de 2°, ces cordons littoraux se relèveraient de cette quantité. Or,

---

([1]) Restent, il est vrai, certaines difficultés de détail sur lesquelles M. de Lapparent insiste beaucoup. Il suffit de faire remarquer que ces difficultés seraient exactement les mêmes dans les deux cas, soit que la mer s'abaisse, soit que le sol s'exhausse.

même en supposant un énorme glacier de 1^{km} d'épaisseur sur 20° de diamètre, nous venons de voir que l'on n'aurait sur les bords qu'une dénivellation maximum de 24^{m} : comment veut-on que cette dénivellation varie de 38^{m} d'un point à l'autre, même sur un parcours de 2°? La variation serait de 4^{m} à 5^{m} au plus et, comme il s'agit d'un glacier qui fond et se retire, son attraction a dû être bien inférieure à celle d'une couche ayant aux bords la même épaisseur qu'au centre, en sorte que l'effet invoqué par M. de Lapparent n'a peut-être pas dépassé quelques décimètres.

» Ainsi, M. de Lapparent et les auteurs auxquels il emprunte ses arguments n'ont pas songé à vérifier leurs suppositions par le calcul, autrement ils se seraient bien vite aperçus que ces phénomènes sont hors de proportion avec l'action des plus gigantesques glaciers quaternaires, à moins de décupler la hauteur déjà énorme qu'ils leur attribuent, et encore on serait loin de compte.

» Il m'a paru que je ne devais pas laisser sans réponse les objections de M. de Lapparent, d'abord à cause du juste crédit dont cet auteur jouit dans le monde scientifique, ensuite parce que les idées qu'il a entrepris de combattre s'adressent tout aussi bien aux géologues qu'aux géodésiens. Cette discussion a aussi l'avantage de montrer, une fois de plus, que la Géodésie peut rendre quelques services à la Géologie.

» Encore quelques mots pour terminer. Depuis que M. de Lapparent a mis en avant les géodésiens allemands, beaucoup de personnes s'imaginent que le niveau des mers est fortement surélevé sur les côtes par l'attraction des continents, et que la surface des océans présente en son milieu de larges creux de 1^{km} de profondeur. Permettez-moi de consigner ici, à ce sujet, la déclaration d'un maître de la Science, M. Andrae, Directeur des travaux géodésiques en Danemark :

» Il faut se rappeler que la surface du géoïde décrit partout une infinité d'ondulations qui tantôt s'élèvent comme des monticules au-dessus du sphéroïde (c'est un mot que l'auteur emploie parfois pour désigner plus brièvement l'ellipsoïde de révolution déterminé par le colonel Clarke) et tantôt s'abaissent comme des vallées qui peuvent pénétrer plus ou moins dans son intérieur, la distance entre les deux surfaces, d'après toutes les observations géodésiques recueillies jusqu'ici, devant toujours être considérée comme extrêmement petite, puisqu'elle ne varie le plus souvent qu'*entre quelques pouces et quelques pieds* (1).

» Telle est la vérité. »

---

(1) C.-G. Andrae, *Problèmes de haute Géodésie*, p. 1 et 2. Copenhague, 1883.

NAVIGATION. — *Sur la navigation de nuit dans le canal maritime de Suez.* Note de M. DE LESSEPS.

« La navigation de nuit dans le canal de Suez est assurée par l'emploi de feux de direction sur la ligne du canal et de feux électriques à bord des navires.

» L'application de la lumière électrique au passage des navires dans le canal de Suez a été étudiée :

» 1° Au point de vue de l'exécution de nuit des travaux d'entretien et d'amélioration, dans le but de diminuer, pendant le jour, les ennuis qui peuvent résulter pour la navigation, dans certains cas, de la présence dans le canal des appareils de dragage en travail et des transporteurs emportant les déblais;

» 2° Au point de vue du transit des navires proprement dit, le passage de nuit permettant de réduire la durée des arrêts en garage, inévitables jusqu'au moment où l'élargissement du canal maritime, effectué dans toute sa longueur, facilitera les croisements.

» Après un certain nombre d'expériences longues et délicates, ces deux questions ont été résolues avec succès.

» La question de la navigation de nuit dans le canal devait être abordée avec la plus grande prudence; un essai prématuré malheureux et un insuccès surtout eussent produit, sur les armateurs et les assureurs, une impression déplorable, susceptible de retarder l'application pratique de la facilité nouvelle recherchée. Un succès trop hâtif, d'autre part, eût peut-être préparé des déceptions.

» La Note jointe à cette Communication résume les études et les essais faits du commencement de 1881 jusqu'à la fin de 1884.

» Dès le début, l'idée de l'éclairage du même canal a dû être définitivement écartée. Ce système, excessivement coûteux, aurait plutôt nui à la bonne marche des navires : la lumière n'eût pas éclairé, mais ébloui les pilotes et les capitaines.

» Les études et essais de toutes sortes se terminèrent, au commencement de 1883, par une application pratique aux dragages de nuit par porteurs. Ces essais répondaient à la fois aux conditions d'un *travail de nuit* dans le champ de dragages, et à celles d'un *transit de nuit* des porteurs, véritables navires marchant à 10^{km} par heure, vitesse réglementaire des bâtiments passant le canal.

» Les appareils à bord de la drague comprenaient : une machine dynamo-électrique Gramme, trois lampes Gramme avec réflecteur, et un moteur Brotherhood, de 5 chevaux de force, alimenté par la chaudière à vapeur de la drague elle-même. L'ensemble de ces appareils devait donner un éclairage régulier sur le pont, dans le puits de la drague, et projeter une clarté suffisante sur une zone environnante d'au moins 100^m de largeur à partir des flancs et des extrémités de l'appareil.

» Chaque porteur naviguant était muni d'une machine dynamo-électrique Gramme, donnant 24 ampères, d'une lampe Gramme devant être allumée pendant le chargement et éteinte pendant la marche; d'un projecteur Mangin, à porte divergente, et d'un moteur Brotherhood de 3 chevaux de force, alimenté par la chaudière du porteur, ensemble destiné à réaliser un éclairage régulier et suffisant pour les manœuvres sur le pont des porteurs, pour leur accostage et enfin pour leur marche de nuit dans le canal maritime.

» Ces essais pratiques ayant réussi, il fut procédé, au commencement de 1884, à un essai prolongé de transit de nuit au moyen de l'un des porteurs. Ce navire passa de nuit d'Ismaïlia à Suez (c'est-à-dire dans la partie du canal où se rencontrent des courbes et des courants), dans d'excellentes conditions. Cet essai démontra que le principe et les dispositions des appareils étaient convenables, et qu'il suffisait, pour arriver au succès, de quelques légères modifications dans les appareils, et d'un changement dans la disposition des bouées balisant le chenal, qu'il convenait de rapprocher de manière que le faisceau lumineux du projecteur à bord du navire pût éclairer trois couples de balises à la fois.

» Il fut aussitôt décidé que des essais tout à fait concluants seraient faits au moyen d'un des gros remorqueurs de la Compagnie. Ces essais ont permis, sans hésitation, d'arrêter le mode de navigation de nuit actuellement pratiqué.

» Le remorqueur, de 36^m de longueur à la flottaison et $6^m,80$ de largeur au fort, fut muni d'une machine dynamo-électrique du système Gramme, donnant 45 ampères et commandée directement par un moteur à vapeur Mégy, alimenté aux chaudières du navire, d'un projecteur de $0^m,40$ de diamètre, placé à l'avant, avec miroir aplanétique du colonel Mangin, et porte divergente, d'une lampe automatique de Gramme, pour l'éclairage du pont, des flancs et de l'arrière du remorqueur, suivant les besoins; d'une table de distribution, avec résistances d'équilibre, et de tous les câbles et accessoires divers nécessaires.

» Les essais de transit de nuit du remorqueur, faits en mai 1884, réussirent complètement. On en conclut que des navires gouvernant bien, munis d'appareils similaires, pourraient certainement passer le canal de nuit avec les installations à bord ci-dessus décrites, un rapprochement des bouées de $\frac{3}{10}$ à $\frac{2}{10}$ de mille, l'établissement de feux de direction donnant les alignements droits et les tangentes des courbes, feux au pétrole, d'une portée de 9 milles, montés sur des potences spéciales ou des bouées lumineuses du système Pintsch.

» Ces installations étant terminées et éprouvées dans une première section du canal (de Port-Saïd au kilomètre 54), la Compagnie publia, le 5 novembre 1885, le règlement dont un exemplaire est joint à cette Note, annonçant qu'à partir du 1er décembre 1885, et jusqu'à nouvel ordre, les navires de guerre et les navires postaux, gouvernant bien et munis des appareils voulus, seraient autorisés à passer le canal de nuit aux mêmes conditions édictées pour le transit de jour.

» Les appareils nécessaires à bord étaient : à l'avant du navire, un projecteur électrique d'une portée de 1200m; à l'arrière, une lampe électrique capable d'éclairer un champ circulaire de 200m à 300m de diamètre; sur chaque flanc, une lampe électrique avec réflecteur. Ce règlement spécifiait, en outre, les conditions dictées par l'expérience pour les manœuvres de transit, la marche et les garages.

» Les navires ont à se munir à leurs frais, et suivant leurs convenances, des appareils d'électricité, qu'ils utilisent d'ailleurs hors du canal pour leurs propres opérations (1). La Compagnie n'impose aucun système d'éclairage électrique; elle autorise à transiter de nuit tout navire de guerre ou tout paquebot-poste dont les appareils sont reconnus répondre, en pleine sécurité, comme intensités et positions des foyers lumineux, à toutes les conditions nécessaires dans les limites du règlement spécial publié.

» Dans la pratique actuelle de la navigation de nuit, un navire transitant se dirige dans les parties rectilignes du canal en pointant sur le feu de direction le plus éloigné qu'il aperçoit, sans allumer son projecteur ni ses lampes, à moins qu'il ne veuille, à un moment donné, vérifier sa position par rapport aux bouées du chenal. Dans les courbes, les feux spéciaux

(1) Le prix total de ces appareils est de 16000fr environ. L'encombrement de l'ensemble (machine dynamo-électrique et son moteur) prend en longueur 2m,10, en largeur 0m,90 et en hauteur 1m,20; le poids est de 1500kg.

donnent au navire la direction d'entrée, ainsi que la direction de sortie, et la courbe est décrite en manœuvrant à l'aide des feux du projecteur, des lampes de flanc et, au besoin, de la lampe d'arrière qui peut indiquer constamment la position de l'étambot par rapport aux limites du chenal.

» Les navires qui ont transité de nuit sont dénommés sur une note annexée, détaillant les principales conditions de la traversée de chacun d'eux.

» Tous ces navires appartiennent à la Compagnie postale anglaise péninsulaire et orientale. De ce document, il résulte que la durée moyenne du transit de ces paquebots-poste a été de vingt heures et dix minutes; pendant la même période de temps, la durée moyenne des autres paquebots postaux transités de jour a été de trente et une heures quinze minutes.

» La rapidité obtenue par la navigation de nuit et la sécurité matérielle constatée ont amené la Compagnie à décider l'accès d'une nouvelle section du canal à cette navigation, du kilomètre 54 au phare sud des Lacs amers.

» Des installations provisoires suffisantes, qui seront remplacées par des installations définitives, au fur et à mesure de la livraison des commandes faites pour les installations définitives correspondantes, permettront bientôt de naviguer de nuit sur 110^{km} du canal, qui a 160^{km} de longueur. Et les installations nécessaires seront poursuivies, pour que, dans un temps rapproché, le canal tout entier soit accessible à la navigation de nuit.

» Ce passage de nuit doublera, pour ainsi dire, la capacité de transit du canal, autorisé actuellement, par mesure de sage précaution, aux seuls paquebots-poste et aux navires de guerre, qui représentent d'ailleurs ensemble 20 pour 100 du total des navires transiteurs. La Compagnie espère bien pouvoir, dans l'avenir, étendre, dans la mesure la plus large, à tous les navires gouvernant bien, l'autorisation de transiter de nuit.

» Dans l'intérêt de la navigation universelle, cette autorisation générale doit être nécessairement subordonnée aux résultats d'expériences successives facilitées et suivies avec le plus grand soin. »

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur les ondes et notamment sur la diminution des pressions latérales moyennes de l'eau en ondulation dans un canal.* Note de M. **A. de Caligny.**

« J'ai fait creuser chez moi, à Flottemanville, près de Valognes, dans de la terre glaise, un canal de section rectangulaire ayant une largeur de $1^m,20$,

une profondeur d'eau de $0^{m},40$, une longueur de 50^{m}; une de ses extrémités débouchant dans un réservoir assez étendu, les ondes produites à l'autre extrémité par un mouvement de va-et-vient horizontal, entretenu au moyen d'une roue hydraulique, sont convenablement régulières et viennent mourir dans ce réservoir. On peut ainsi faire fonctionner l'appareil aussi longtemps qu'on le veut, de manière à constater des lois qui ne peuvent l'être qu'après un temps considérable.

» Ainsi, on croit généralement que les ondes dites *courantes* n'ont qu'un mouvement apparent de translation. Or, en déposant des brins d'herbe à l'origine de ce canal par un temps calme, on finit toujours par les retrouver dans le réservoir précité, tandis que dans mes premières expériences, faites à la main, j'avais bien constaté un transport réel à la surface, dépendant de la distance de l'origine à laquelle ces petits flotteurs étaient placés. Mais, au delà d'une certaine distance, on ne pouvait, dans les circonstances où j'avais opéré, en 1858, constater un transport réel.

» Lorsque, avec ces brins d'herbe, on pose à la surface une planche, même d'assez petites dimensions, on remarque un fait intéressant, résultat du mode d'action du mouvement, dit *orbitaire,* des molécules de l'eau, dans la partie supérieure de la nappe liquide en ondulation. Elles reçoivent à l'arrière une percussion qui finit par les faire arriver dans le réservoir, longtemps avant les brins d'herbe, qui se trouvent en quelque sorte faire partie de la masse en ondulation.

» Ces diverses expériences ont été interrompues l'année dernière par des inondations prématurées, de sorte qu'on n'a pas eu le temps de mesurer exactement la hauteur des ondes, dans chaque circonstance. Je ne crois cependant pas devoir attendre plus longtemps avant de signaler la confirmation, d'une manière plus satisfaisante que je ne l'avais obtenue à Cherbourg, d'une loi dont j'avais trouvé le principe par une théorie que j'avais présentée, que M. Combes eut l'obligeance de développer ensuite, et sur laquelle j'ai donné divers détails (p. 158 et suivantes, p. 365, etc. du premier Volume de mon Ouvrage intitulé : *Recherches théoriques et expérimentales sur les oscillations de l'eau, et les machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes*).

» J'ai disposé, perpendiculairement au canal précité, un second canal séparé du premier par un barrage que traversait un tuyau de conduite en zinc de $0^{m},06$ de diamètre et de $4^{m},20$ de long, affleurant la paroi intérieure du premier canal au fond duquel il débouchait, de manière à ne pas y laisser de partie saillante. L'eau baissait dans le second canal pen-

dant l'ondulation du liquide dans le premier, et, comme il était assez étendu, il était intéressant d'y voir durer assez longtemps la descente de la surface qui se relevait ensuite graduellement quand on cessait d'entretenir l'ondulation dans le premier canal.

» Il y avait un très léger mouvement de va-et-vient à la surface du canal latéral pendant que le liquide était en ondulation dans l'autre. Ce mouvement de va-et-vient aurait sans doute été encore moindre, si le tuyau de conduite, étant plus long, avait permis de mieux emmagasiner le mouvement comme par une sorte du volant. La baisse dont il s'agit était d'au moins 13^{mm} (1). »

THERMODYNAMIQUE. — *Réflexions sur une critique de M.* Hugoniot, *parue aux « Comptes rendus » du* 28 *juin;* par M. **Hirn.**

« Le *Compte rendu* n° 26 (28 juin) contient une Note dont l'auteur, M. Hugoniot, essaye de réfuter les conclusions que j'ai tirées de mes derniers travaux expérimentaux sur l'écoulement des gaz (2), à savoir : que

---

(1) L'appareil, objet de ma dernière Note, a permis de constater à la surface de l'étang qui lui sert de bief d'amont un léger mouvement, très régulier, de va-et-vient, qui n'est pas sans quelque intérêt, à cause de la distance à laquelle il était, même peu de temps après la mise en train, observé à l'autre extrémité de l'étang, à plus de 160^m de distance. Il était trop faible pour produire sur la surface de l'eau des dénivellations bien sensibles, mais la durée de chaque oscillation à la surface était la même que celle de chaque période de la machine.

Je reviendrai ultérieurement sur les expériences objet de cette Note. Je pourrai d'ailleurs, au besoin, les faire dans cette localité sur une échelle beaucoup plus grande. Le canal factice que M. le Ministre de la Marine a bien voulu mettre à ma disposition dans l'arsenal de Cherbourg, et où les ondes sont produites par une machine à vapeur dont la marche est d'ailleurs moins régulière en général que celle d'une roue hydraulique, a aussi ses avantages; mais il est beaucoup moins grand que celui sur lequel j'ai pu vérifier d'une manière si décisive une loi, qui n'est pas sans utilité pour les épuisements dans les marais au bord de la mer, pour l'explication des fontaines sous-marines et des courants temporaires qui peuvent se présenter des parties les plus calmes de la mer aux parties les plus agitées, du moins après la cessation du vent.

(2) *Recherches expérimentales et analytiques sur les lois de l'écoulement et du choc des gaz en fonction de la température; conséquences physiques et philosophiques qui découlent de ces expériences,* suivies des *Réflexions générales au sujet des*

la vitesse d'un gaz qui se jette dans un espace vide est toujours de beaucoup supérieure à la vitesse normale assignée par la théorie cinétique aux molécules, pour telle température donnée. M. Hugoniot cite, dès le début, en paraissant s'y rallier complètement, une Note dans laquelle, de son côté, M. Clausius a essayé de réfuter une partie des objections que j'ai faites à la théorie cinétique.

» La Note de M. Clausius, insérée dans le *Bulletin de l'Académie royale de Belgique* (1), m'a amené à faire un nouveau travail complet et original, dans lequel je réponds *incidemment*, quoique avec soin, aux diverses critiques qui me sont parvenues, soit sous forme de publications imprimées, soit sous forme de lettres particulières, mais dans lequel je me suis attaché surtout à produire, sous une forme plus frappante et plus élémentaire, tout un ensemble d'objections qui rendent désormais la théorie cinétique insoutenable.

» Ma réponse à la critique de M. Hugoniot est ainsi faite par anticipation, car cette critique ressemble à la plupart des autres qui m'ont été opposées. Toutefois, quoique l'Académie de Belgique m'ait fait l'honneur de voter l'impression immédiate de mon œuvre dans ses Mémoires in-4°, il s'écoulera pourtant un certain temps avant que je dispose d'exemplaires tirés à part, et mon silence d'ici là pourrait porter les lecteurs de nos *Comptes rendus* à croire que je me suis trouvé pris en défaut par la critique, tandis que c'est précisément le contraire qui est vrai et que c'est dans les critiques de mes travaux que j'ai puisé les arguments les plus puissants pour consolider ma propre œuvre de réfutation générale.

» M. Clausius, comme défenseur de la Cinétique, me reproche de n'avoir déterminé la vitesse d'écoulement des gaz qu'à l'aide de calculs fondés sur des hypothèses contestables. M. Hugoniot m'adresse le même reproche, plus celui d'avoir chiffré sur des orifices dont la section était déterminée d'une façon fautive. Je ferai remarquer à mon honorable critique qu'il ne m'a opposé absolument aucun fait et que tout l'ensemble de ses objections repose uniquement *sur des calculs*, faits à l'aide d'équations

---

Rapports de MM. les Commissaires examinateurs de ce Mémoire. Paris, Gauthier-Villars; 1886.

Recherches expérimentales sur la limite de la vitesse que prend un gaz quand il passe d'une pression à une autre plus faible. Paris, Gauthier-Villars; 1886.

(1) 3e série, t. XI, n° 3; 1886.

dans lesquelles il entre autant d'hypothèses contestables qu'il s'y trouve de variables. Rien, absolument rien, ne légitime, par exemple, l'emploi de la formule

$$ms = \omega = \frac{H}{\rho V}$$

pour le calcul de la valeur de la section s multipliée par son coefficient de contraction m. Le coefficient des orifices à minces parois est, pour de faibles pressions, le même que pour l'eau que pour le plomb solide (Tresca). Pour l'eau, il reste sensiblement constant, même avec des pressions assez élevées. Il n'y a donc aucune raison pour admettre *a priori* qu'il soit, quant aux gaz, une fonction rapide de la pression. Mais je passe outre. Ce qui est évident, c'est que le coefficient, pour les orifices conicocylindriques, ne peut pas dépasser l'unité, dont il s'approche de très près pour les gaz aussi bien que pour l'eau. On ne peut donc commettre, en le déterminant par ma méthode, d'erreur dont il vaille la peine de parler. Avec un orifice bien fait, on a au moins $m = 0,985$; l'erreur (si erreur il y a) est donc limitée entre 1 et 0,985.

» Aux calculs de M. Hugoniot, j'oppose maintenant des faits. Pour mettre en usage les résultats de mes expériences, j'ai supposé qu'avec un orifice conicocylindrique, par exemple, le gaz, au moment où il y pénètre n'a encore éprouvé aucune détente et que, par conséquent, sa vitesse est alors nécessairement

$$V = \frac{W}{ms},$$

W étant le volume de gaz à P_0 et à t_0 débité par le gazomètre dans l'unité de temps, et ms étant la section effective.

» C'est cette vitesse minima que j'appellerai la vitesse expérimentale directe. Elle répond à celle que prendrait réellement un fluide non élastique de même densité que le gaz. Pour avoir ensuite la vitesse que prend le gaz quand il est tombé de la pression P_0 à la pression P_x, en se détendant graduellement dans la conduite cylindrique, j'ai admis qu'il ne perd ni ne reçoit de chaleur en route (ce qui finit par être exact quand l'écoulement dure assez longtemps), et j'ai admis que, par conséquent, il passe du volume W_0, débité dans l'unité de temps par le gazomètre, au volume que donne l'équation bien connue de Thermodynamique

$$\text{(A)} \qquad W_x = W_0 \left(\frac{P_0}{P_x}\right)^{\frac{c_v}{c_p}}.$$

» La vitesse au sortir du cylindre, là où la pression est devenue P_x, est alors nécessairement

$$V_x = V_0 \frac{W_x}{W_0}.$$

» Qu'un défenseur de la théorie cinétique rejette ce mode de calcul, cela se comprend, car le seul usage de l'équation (A) est la réfutation de cette doctrine : c'est ce que j'ai montré ailleurs; mais qu'un défenseur de la belle équation de Weisbach rejette aussi ce mode de calcul, c'est, je l'avoue, ce qu'on a peine à concevoir, car l'équation de Weisbach *repose* directement sur cette formule de la Thermodynamique. Il s'agit toutefois ici d'une question de fait, dans laquelle les plus beaux raisonnements n'ont pas droit de cité. Il s'agit en réalité de savoir si le gaz *se détend* ou non dans l'orifice même, pendant son écoulement, et s'il se détend de façon à passer du volume W_0 au volume $W_0\left(\frac{P_0}{P_x}\right)^{\gamma}$, P_x étant d'ailleurs considéré comme inconnu. Or, c'est à la solution de cette question que je suis parvenu de la façon la plus précise. Par un procédé que je décris dans mon nouveau travail, j'ai constaté :

» 1° Que la pression dans un tube cylindrique tombe graduellement de la pression P_0, qu'elle possède dans le réservoir de compression, à une pression P_x qui est *presque rigoureusement* celle du réservoir de raréfaction.

» 2° J'ai constaté de plus que, sur son trajet, le gaz éprouve un refroidissement intense. Sans avoir pu déterminer exactement cet abaissement de température, je suis pourtant autorisé à affirmer qu'il répond à une augmentation de volume *d'au moins* 1 à 5, la pression P_0 étant $0^m,75$ et la pression P_1 du réservoir de raréfaction étant $0^m,06$ (en mercure). La vitesse dite expérimentale étant de 200^m, la vitesse réelle de la veine, en quittant le tube, est au minimum $5^m \times 200^m = 1000^m$.

» M. Hugoniot se trompe donc absolument lorsqu'il affirme si catégoriquement que la vitesse, dans mes expériences, n'atteignait pas 315^m. Cette vitesse devait au contraire dépasser *de beaucoup* 1000^m, puisque la contre-pression au début était à peine de $0^m,01$, et les 4000^m que j'ai indiqués sont probablement fort près de la réalité.

» Je me permets d'ajouter que mon Mémoire aux *Annales de Chimie et de Physique* se termine par une discussion sévère à laquelle j'ai soumis moi-même les résultats de mes expériences, discussion sur laquelle M. Hugoniot semble ne pas s'être suffisamment arrêté et qui montre que ce n'est en

quelque sorte qu'à mon corps défendant que j'ai mis en doute la validité de la belle loi de Weisbach, dont je m'étais jusque-là servi avec la plus grande confiance.

» Je puis maintenant m'en référer à mon nouveau travail, qui, je l'espère, arrivera bientôt au jour. Ainsi que je l'ai dit, j'y ai posé quelques nouveaux arguments contre la théorie cinétique en général. Deux d'entre eux, on le verra, ont un caractère à la fois tellement élémentaire et tellement évident, qu'on peut se demander comment ils ont échappé à tant d'esprits sérieux qui ont acclamé la doctrine cinétique. Ainsi que je l'ai dit aussi, je me suis attaché à répondre nettement, quoique accessoirement, aux diverses critiques qui m'ont été adressées : à celles du moins qui en valent la peine, car toutes ne sont pas dans ce cas. »

CHIMIE. — *Identité d'origine de la fluorescence* Zβ *par renversement et des bandes obtenues dans le vide par* M. Crookes. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« J'ai eu récemment l'honneur de décrire devant l'Académie ([1]) quelques expériences de fluorescence (des terres Zα et Zβ) qui comportaient encore, à la rigueur, deux explications différentes : je crois être en mesure de démontrer aujourd'hui que les bandes de Zβ, obtenues par renversement (solution chlorhydrique) ou dans le vide (sulfate anhydre) en présence d'un excès de chaux, sont dues à la même cause chimique que plusieurs des bandes anciennement attribuées à l'yttria par M. Crookes et maintenant considérées par ce savant comme caractéristiques d'un élément nouveau ou du corps déjà connu : le gadolinium ([2]).

» 1° *Les deux bandes vertes* 549 *et* 541 *n'appartiennent pas au gadolinium.*

» Afin de rendre les expériences tout à fait comparables, j'ai préparé des solutions titrées de chaux, d'yttria pure ([3]), enfin de ma meilleure terbine ([4]).

([1]) *Comptes rendus*, p. 1538; 28 juin 1886.

([2]) *Comptes rendus*, p. 646, 15 mars 1886, et la *Nature* anglaise du 17 juin 1886, p. 160 à 162.

([3]) Yttria ne donnant plus de fluorescence dans le vide, ou à peine une faible trace de la bande jaune.

([4]) Fournissant, par renversement, un magnifique spectre de Zβ et un *beaucoup* plus faible de Zα.

» Après m'être assuré que le sulfate anhydre de ma chaux ne donnait pas de bandes fluorescentes au vide, j'ai fait le mélange suivant :

	Parties.
Chaux...............	12957
Terbine..............	1
	12958

» Le résultat fut une belle fluorescence dans le vide, avec bande verte (Zβ) unique.

» Un second mélange contenait :

	Parties.
Chaux...............	10994
Gadoline (¹).........	1
	10995

Soit, pour la même quantité de chaux, environ 18 pour 100 de gadoline de plus que de terbine. Le résultat fut nul au point de vue de la fluorescence.

» Il est à remarquer que ma terbine ne contient pas assez de gadoline pour donner trace appréciable du spectre électrique de Gd^2O^3, tandis que la gadoline produit très brillamment ce spectre caractéristique quand on soumet sa solution chlorhydrique à l'action de l'étincelle directe et ne donne, par renversement du courant induit, qu'un spectre fluorescent de Zβ très atténué. Ainsi, dans cet essai et dans les suivants, les quantités de gadoline réelle contenues dans la terbine employée étaient *incomparablement plus faibles* que celles que renfermait la gadoline de M. de Marignac.

» La gadoline n'est donc point la cause de la fluorescence de Zβ obtenue dans le vide au sein d'un excès de chaux. Cette fluorescence ne peut être attribuée qu'à la terre même qui donne par renversement un si brillant spectre de Zβ.

» On a fait ensuite le mélange :

	Parties.
Yttria purifiée.........	1145
Terbine...............	1
	1146

» Le résultat fut une assez belle fluorescence montrant, bien marquées, les deux bandes vertes, lesquelles occupent les positions (²) et

(¹) Préparée par M. de Marignac.

(²) Les positions approchées mesurées par M. Crookes sont : 540,6 et 549,5. J'ai trouvé environ 540,5 et 549,3.

conservent les rapports de largeur et d'intensité de l'ancien dessin de M. Crookes.

» Puis on essaya le mélange :

	Parties.
Yttria purifiée	1006
Gadoline	1
	1007

» Soit, pour la même quantité d'yttria, environ 13 pour 100 de gadoline de plus que de terbine.

» Ici, la fluorescence fut faible; on discernait cependant, au spectroscope, une trace des deux bandes vertes.

» La conclusion est que la gadoline ne produit pas les deux bandes vertes de M. Crookes et que ces bandes appartiennent à Zβ (qui semble jusqu'ici être identique avec la terbine). Si les deux bandes vertes se montrent encore très faiblement avec notre dernier mélange, c'est que la gadoline de M. de Marignac contient un léger reste de terbine, qui la colore en jaune pâle et lui permet de fournir, *par renversement*, un spectre atténué de Zβ.

» Comme contrôle et preuve supplémentaire, on prépara les deux mélanges suivants :

	Parties.		Parties.
Yttria purifiée	72	Yttria purifiée	47
Terbine	1	Gadoline	1
	73		48

» Soit, pour la même quantité d'yttria, environ 53 pour 100 de gadoline de plus que de terbine.

» Le mélange yttria-gadoline donne nettement, il est vrai, les deux bandes vertes, mais l'éclat en est *considérablement* plus faible que dans le mélange yttria-terbine. Même à la vue simple, on constate la très supérieure intensité de la fluorescence yttria-terbine.

» La structure de la bande verte et son intensité varient donc beaucoup avec la nature des corps solides employés en excès comme *dissolvants* de la matière active; mais cela n'a rien qui doive surprendre, et le fait s'accorde avec ce que M. Crookes lui-même a montré pour les mélanges de samarine et de divers oxydes métalliques (¹);

» 2° *La bande* 619 *de l'ancienne fluorescence au vide de l'yttria, bande que M. Crookes considère maintenant comme caractéristique d'un nouvel élément,*

(¹) *Comptes rendus*, p. 1381 à 1382; 2 juin 1885.

paraît bien avoir même cause chimique que la bande rouge de ma fluorescence Zβ de renversement.

» J'avais autrefois trouvé λ = 620,5 environ, pour le centre de la bande rouge de Zβ, obtenue par renversement ; je trouve maintenant, en employant une terbine qui donne très brillamment toutes les bandes de Zβ :

λ = 620,4 par renversement et solution chlorhydrique,
λ = 620,9 au vide et avec un excès de chaux,
λ = 618,6 au vide et avec un excès d'yttria purifiée.

» M. Crookes a obtenu 618,9.

» La difficulté de prendre le centre de bandes d'une certaine largeur et dont les deux bords se déplacent inégalement lorsque l'intensité varie, permet de considérer comme identiques les positions 618,6 et 618,9. D'ailleurs, il est probable que M. Crookes s'est trouvé dans les conditions de mon expérience, c'est-à-dire qu'il a eu entre les mains de la terbine noyée dans un excès d'yttria.

» Les valeurs 620,4 et 620,9, voisines entre elles, s'éloignent assez sensiblement des deux autres 618,6 et 618,9. Cela ne signifie cependant pas que la bande rouge appartienne à des corps actifs chimiquement différents, suivant qu'on l'observe au sein de la chaux ou en présence d'un excès d'yttria. Ces variations de position sont tout à fait analogues à ce qu'on voit avec la bande verte (simple ou double, suivant les cas), et à ce qu'on sait sur les spectres d'émission et d'absorption des substances solides; chaque changement de composition du milieu entraîne une altération de position et de structure des raies spectrales. Il ne faut pas oublier que les positions 620,9 et 618,6 ont été constatées par l'emploi d'*une seule et même matière active*, qui donne un éclatant spectre de Zβ par renversement. Enfin, je ferai remarquer que la chaux, qui développe tout le spectre de Zβ beaucoup plus que ne le fait l'yttria, fait subir aux bandes verte et rouge les moindres altérations de position ou de structure.

» Dans les mélanges ayant pour base un même corps solide pris en grand excès (chaux ou yttria), la bande rouge conserve une vigueur sensiblement proportionnelle à la quantité de terbine employée. Aussi, quand on se sert de gadoline, voit-on les bandes de Zβ se développer à peu près au *prorata* de la quantité de terbine contenue dans la gadoline et, par suite, à l'intensité du spectre de renversement Zβ que fournit cette gadoline.

» Il me paraît donc évident que la bande rouge 619 de l'ancien spectre

d'yttria de mon éminent contradicteur et ami est due à la même terre que ma bande de Zβ obtenue par renversement et que, par conséquent, cette bande ne caractérise point de nouvel élément; du moins, l'existence d'un tel corps nouveau ne pourrait être admise qu'à titre de scission de Zβ en plusieurs substances distinctes, ce qui aurait besoin d'être démontré et ce qui tomberait en dehors de la présente discussion, car la bande rouge n'en ferait pas moins partie du spectre de Zβ que j'ai toujours considéré comme concourant à la formation de la fluorescence anciennement attribuée à l'yttria.

» J'espère pouvoir soumettre prochainement à l'Académie la suite de ce travail. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉDECINE. — *Observations faites pendant l'épidémie cholérique de* 1885. Mémoire de M. Ad. Guérard, présenté par M. Marey.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

« Ce travail est dû à l'ingénieur en chef des travaux du port de Marseille; il donne la marche de l'épidémie pendant les années 1884 et 1885 avec la courbe de la mortalité quotidienne. En outre, pour chaque jour, le nombre des décès est pointé sur des plans réduits de la ville. Enfin, sur un plan à grande échelle, sont marqués les décès qui se sont produits dans chaque quartier pendant toute la durée de chacune des épidémies.

» En passant en revue les influences qui paraissent avoir favorisé le développement du choléra dans certains quartiers, l'auteur fait observer que les plus éprouvés sont ceux où les eaux destinées aux usages domestiques sont fournies par une petite rivière, l'*Huveaune*, à laquelle on emprunte 75^{lit} par seconde, la prise se faisant en aval de localités où le choléra sévissait. L'auteur conclut à la nécessité de supprimer l'eau de cette provenance, afin de préserver la ville de Marseille de dangers ultérieurs.

» Une coïncidence remarquable peut être relevée entre l'apparition du choléra à Roquevaire (31 juillet), localité sise sur l'*Huveaune*, et l'aggravation de l'épidémie de Marseille; à cette date, la mortalité passe de quelques cas isolés à 20 décès par jour. Enfin, M. Guérard signale, au milieu d'août, une recrudescence soudaine de l'épidémie à Marseille, où le nombre des décès s'éleva de 20 à 63 pendant quelques jours. »

M. **Marey** ajoute :

« Qu'il me soit permis de rappeler que dans l'enquête générale sur le choléra de 1885, faite par une commission de l'Académie de Médecine dont j'étais le rapporteur, cette même rivière l'*Huveaune* s'est déjà signalée comme voie de transmission du choléra aux populations riveraines.

» L'aggravation passagère signalée au mois d'août par M. Guérard rappelle ce qui s'est produit dans certaines localités sous l'influence d'orages ou de grandes pluies qui augmentent la souillure des eaux. Or, dans l'épidémie de Roquevaire, un orage, dont la date n'est malheureusement pas mentionnée, a produit une recrudescence de l'épidémie. Il serait extrêmement important de savoir si l'orage de Roquevaire n'aurait pas eu lieu à la même date que la recrudescence du choléra à Marseille, ce qui achèverait de prouver l'influence des eaux de l'*Huveaune*.

» J'espère que notre savant Confrère M. Mascart pourra nous renseigner sur ce point ».

M. **F. Cyrille** propose d'employer comme engrais, pour les vignes attaquées par le Phylloxera, les feuilles et les pousses de l'*Eucalyptus globulus*.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

CORRESPONDANCE.

M. **Faye** donne lecture d'une dépêche que M. Perrotin a adressée à M. Bischoffsheim pour lui annoncer que le grand objectif de l'observatoire de Nice a été monté provisoirement le 8 juillet et a donné de bonnes images.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (259) *et de la comète Brooks (III), faites à l'observatoire de Nice (équatorial de Gautier).* Note de M. **Charlois**, présentée par M. Faye.

Dates. 1886.	Étoiles de comparaison.	Planète ou Comète — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de compar.
		(259).		
		m s	′ ″	
Juin 30......	*a* Gould, 1813. H. XVII.	+0.13,64	— 3.57,0	5
Juillet 1......	»	—0.30,92	— 6.58,3	6
» 2......	»	—1.14,87	—10. 0,8	5
		Comète Brooks (III).		
Juin 30......	*b* Anonyme.	—0.11,00	+ 2.44,4	6
Juillet 1......	*c* Anonyme.	+0. 4,13	+ 3. 6,9	6

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1886.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juin 30...	*a*	17.27.12,64	+2,86	—23. 9. 7,9	+7,0	Gould, vol. VIII.
Juillet 1...	*a*	»	+2,87	»	+6,9	Id.
» 2...	*a*	»	+2,87	»	+6,9	Id.
Juin 30...	*b*	13.10. 0,54	+1,61	—14.38.24,4	—8,5	Santini, n° 1225 (4 comp.).
Juillet 1...	*c*	13.12.27,39	+1,62	—15.13.11,9	—8,5	Santini, n° 1333 (4 comp.).

Positions apparentes de la planète et de la comète.

Dates. 1886.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
		(259).			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 30....	11.42.57	17.27.29,14	$\bar{1},017$	—23.12.57,9	0,910
Juillet 1....	10.34.36	17.26.44,59	$\bar{2},412_n$	—23.15.59,3	0,913
» 2....	9.36.47	17.26. 0,64	$\bar{1},125_n$	—23.19. 1,8	0,908
		Comète Brooks (III).			
Juin 30....	9.39. 7	13. 9.51,15	$\bar{1},507$	—14.35.48,5	0,849
Juillet 1....	9.45.40	13.12.33,14	$\bar{1},522$	—15.10.13,5	0,849

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (259) *(Peters), faites à l'observatoire de Paris (équatorial coudé)*; par M. L. Fabry. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1886.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Planète — ★. Æ.	Planète — ★. Déclinaison.	Nombre de compar.
Juill. 5.....	a 31814 Lalande.	8	$-0^{m}.37^{s},46$	$+5'.17'',6$	15:10
6....	b Id.	8	$-1.15,31$	$+2.29,5$	15:12

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1886.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Juill. 5....	a	$17^{h}.24^{m}.16^{s},50$	$+2^{s},89$	$-23^{\circ}.34'.8'',8$	$+6'',6$	2 obs. mér. Paris.
6....	b	»	$+2,89$	»	$+6,6$	Id.

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Juill. 5...	$12^{h}.35^{m}.24^{s}$	$17^{h}.23^{m}.41^{s},93$	$\bar{1},350$	$-23^{\circ}.28'.44'',6$	0,907
6...	10.17.42	17.23. 4,08	$\bar{2},056_{n}$	$-23.31.32,7$	0,925

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations solaires du premier semestre de l'année* 1886. Note de M. Tacchini.

« J'ai l'honneur d'envoyer à l'Académie le résumé des observations solaires faites pendant la première moitié de l'année 1886.

» Pour les taches et les facules, le nombre de jours d'observations a été de 139 : savoir 19 en janvier, 20 en février, 23 en mars, 23 en août, 26 en mai, et 28 en juin.

1886.	Fréquence relative des taches.	Fréquence des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes des taches par jour.
Janvier......	8,84	0,21	60,42	47,63	2,00
Février......	6,30	0,10	29,00	32,10	1,70
Mars........	14,39	0,00	84,78	43,91	3,87
Avril........	8,13	0,09	51,91	41,32	3,00
Mai.........	6,50	0,19	52,77	37,81	1,92
Juin.........	7,14	0,09	25,22	37,14	2,32

» En comparant ces résultats aux nombres insérés dans ma Note précédente (11 janvier, *Comptes rendus*, n° 2), on peut facilement reconnaître une diminution progressive dans le phénomène des taches solaires. En raison de la diminution des phénomènes, on a eu une fréquence plus grande des jours sans taches, et la période de la demi-rotation solaire a été manifeste surtout dans le second trimestre; en effet, vers le milieu de chaque mois le Soleil s'est montré sans taches pendant plusieurs jours. On doit faire remarquer le minimum secondaire du mois de février, suivi du maximum secondaire bien prononcé du mois de mars.

» Le 8 mai, un magnifique groupe de taches était visible dans l'hémisphère boréal à 12° de latitude; il s'étendait à 4′,3 parallèlement à l'équateur solaire, et, tandis qu'il avait trente-quatre noyaux, il n'y en avait pas un seul qui indiquât le moindre indice d'un mouvement tourbillonnaire.

» Voici les résultats des observations sur les protubérances :

1886.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Hauteur moyenne.	Extension moyenne.
			″	°
Janvier	14	8,4	44,7	2,2
Février	14	6,9	42,1	2,2
Mars	20	6,1	44,3	1,7
Avril	11	7,5	45,2	2,0
Mai	25	6,4	47,7	2,6
Juin	26	6,7	45,9	1,9

» Les protubérances solaires présentent donc une diminution assez forte dans le premier semestre de l'année courante, et les variations constatées pour les taches ne s'accordent pas avec les nombres moyens des protubérances qui, au contraire, ont varié très peu d'un mois à l'autre. Il n'y a donc pas de liaison intime entre les deux phénomènes; en effet, très souvent autour des taches il n'y a pas de protubérances, tandis que les protubérances métalliques ou éruptions solaires plus remarquables se transforment avec les taches, comme l'éruption du 10 mars, qui s'élève à une hauteur de près de 3′. Cette protubérance a été la plus grande qui ait été observée pendant le semestre, tandis qu'en mars les phénomènes chromosphériques ont été les moins nombreux de la série. »

SYSTÈME MÉTRIQUE. — *Sur la toise du Pérou.*
Lettre de M. FŒRSTER à M. Wolf.

« Le Mémoire de M. C.-F.-W. Peters sur les étalons de la toise, publié par la Commission allemande des Poids et Mesures, a été l'objet d'une Communication très intéressante adressée de votre part à l'Académie (voir *Comptes rendus,* séance du 15 mars 1886, n° 11).

» Au nom de M. Peters, et comme auteur de la Préface qui précède son Mémoire dans les publications de la Commission, mais qui manque dans les exemplaires tirés à part pour M. Peters et envoyés par lui aux savants étrangers, je me permets de vous présenter quelques observations sur les vues générales qui ont guidé les recherches de M. Peters et qui, il me semble, ont été méconnues dans votre critique.

» Dans le travail de M. Peters, il s'agissait essentiellement de contribuer à une entente qui, très prochainement, sera nécessaire pour joindre définitivement entre eux et avec les bases internationales du système métrique tous les résultats scientifiques qui, depuis le commencement de ce siècle, ont été acquis, en employant pour les mesures linéaires des copies directes ou dérivées de la toise du Pérou.

» Il est évident qu'un travail qui poursuivait un tel but ne pouvait pas laisser de côté la question : Quel avait été l'état de la toise du Pérou, à l'époque où la plupart et les plus importantes des copies en ont été prises; ni l'autre question de savoir si la continuité entre cet état du passé et l'état actuel de la toise du Pérou peut être regardée comme suffisamment assurée.

» En ce sens, M. Peters a cru devoir rappeler l'histoire de la conservation de la toise du Pérou et de la toise du Nord avant et après l'époque de la dernière émanation de copies. Pour ce résumé historique, il a utilisé les documents publiés et les correspondances inédites se trouvant entre ses mains, en consultant et en mentionnant dûment vos mémorables recherches sur le même sujet.

» A l'égard des incertitudes et des doutes provenant de la discontinuité des soins qu'on a donnés à la conservation de ces célèbres étalons, M. Peters s'est abstenu de toute exagération; il a même passé sous silence quelques plaintes très amères contenues dans les correspondances inédites de savants français avec leurs collègues allemands. D'ailleurs, il est bien

entendu dans le monde scientifique qu'il serait très injuste de vouloir rendre responsable les savants français eux-mêmes des vicissitudes que la conservation de ces étalons a éprouvées pendant un temps aussi considérable, qui renferme de nombreux changements des institutions publiques et scientifiques.

» Quant au doute qu'on nourrissait encore sur l'authenticité de l'étalon, qui à présent est regardé comme identique avec la toise du Pérou, nous devons déclarer que le document espagnol, récemment tombé entre vos mains et cité dans votre Communication du 15 mars, nous paraît tellement important, et en même temps tellement caractéristique du peu de précision qu'on apportait, dans le passé, à la description de tels étalons, que nous croyons, avec vous, devoir laisser tomber désormais toute défiance provenant d'un désaccord entre les dimensions secondaires d'un ancien étalon et l'indication approximative de ces dimensions qu'on en a donnée dans la description.

» Vos autres explications détaillées sur l'état actuel dudit étalon contribuent également beaucoup à élucider la situation. D'après ces explications, il sera d'un grand intérêt, pour la jonction définitive des grandes opérations géodésiques françaises de la première moitié du XVIIIe siècle aux travaux actuels et au système métrique, de comparer directement avec le mètre international la longueur définie par la distance entre les centres des deux points délimitatifs de la toise du Pérou.

» Certainement vous avez raison de déclarer qu'il serait « illusoire et » contraire au véritable esprit scientifique de vouloir déterminer la lon- » gueur de la toise avec une approximation supérieure à celle qui a pu » être obtenue dans les mesures primitives où cette toise a été employée ».

» Mais les recherches de M. Peters ne touchent pas à ces anciens travaux; elles se sont occupées principalement de la discussion des travaux modernes dans lesquels les copies de la toise ont été employées et comparées entre elles avec une précision de beaucoup supérieure aux mesures du siècle passé. La détermination des relations métrologiques entre les résultats de ces travaux modernes et les autres résultats modernes fondés sur le système métrique est du moins aussi importante que la comparaison métrologique des anciens travaux avec les modernes.

» Les discussions indispensables de M. Peters sur les incertitudes de l'étalonnement de ces copies d'après les faces des entailles de la toise du Pérou ayant été pleinement confirmées par vos Communications importantes sur l'imperfection de cet étalon comme étalon à bout, la voie à suivre

pour joindre l'ensemble desdites copies avec le système métrique est à présent clairement indiquée en parfait accord avec les conclusions du Mémoire de M. Peters et de la Préface dont je me permets d'ajouter un exemplaire pour vous.

» Il s'agira simplement de comparer avec le mètre international celles des copies modernes de la toise qui, d'après leurs comparaisons entre elles, seront reconnues comme les meilleurs représentants de l'époque moderne de l'ancien système. Moyennant cette opération et la comparaison de la distance des points délimitatifs de la toise du Pérou avec le mètre international, on gagnera en même temps une nouvelle jonction de l'ensemble de ces copies à la véritable base des anciens travaux géodésiques. »

M. **Wolf**, après la lecture de la lettre de M. Fœrster, ajoute les réflexions suivantes :

« La lettre que j'ai le très grand plaisir de communiquer à l'Académie met fin, de la façon la plus heureuse et la plus honorable pour tous, au débat qui s'était élevé entre mes savants Collègues de Berlin et moi, au sujet de la toise du Pérou. Je remercie vivement M. Fœrster de sa courtoise déclaration, qui rend inutile l'arbitrage de la Commission dont j'avais demandé la nomination à l'Académie.

» L'authenticité de notre toise du Pérou est désormais hors de conteste. Mais il reste, comme le dit M. Fœrster, un point important à décider. J'ai fait remarquer, dans ma Note du 15 mars dernier, que la vraie longueur de la toise du Pérou, celle qui a servi d'unité dans la mesure de l'arc de l'équateur, est la distance des deux gros points dont est marquée notre règle de fer, tandis que depuis 1756, et particulièrement dans la détermination de la longueur du mètre, on a pris pour longueur de la toise la distance des faces extrêmes. Il importe de savoir exactement quelle erreur a pu résulter de cette différence du mode d'emploi de la règle. Des expériences préliminaires m'ont montré que la différence de ces deux longueurs atteint $0^{mm},11$ environ, si bien que la longueur de l'arc du Pérou, évaluée jusqu'ici à $176\,875^{T},5$, devrait être réduite à $176\,865^{T},5$.

» Je me joins à M. Fœrster pour demander que des déterminations précises soient faites de la valeur en mètres des deux longueurs de la toise, afin que désormais toutes les mesures géodésiques, anciennes et nouvelles, puissent être ramenées à la même unité, le mètre international. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur les expériences de M.* G.-A. Hirn [1] *concernant le débit des gaz à travers les orifices.* Note de M. **Parenty**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Au moment où, dans une Note du 5 avril sur un compteur de vapeur et fluides à hautes pressions, je basais le jaugeage des fluides sur l'approximation d'une formule abrégée du débit à travers les orifices

$$\text{(A)} \qquad W_A = m_0 m_1 S \sqrt{2g \frac{p_0 - p_1}{\Delta_0}},$$

attribuant aux gaz la densité Δ_0 constante des fluides incompressibles, M. Hirn déduisait, des résultats empiriques d'une étude magistrale, l'inexactitude de la formule complète et rationnelle de Zeuner et Weisbach

$$\text{(B)} \quad W_B = m_0 m_1 S \left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{c_v}{c_p}} \sqrt{2g E c_p 272{,}85(1 + a t_0)\left[1 - \left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{1 - \frac{c_v}{c_p}}\right]}.$$

» Le but de cette Note est : 1° d'établir l'exactitude pratique de la formule (A) dans les bornes restreintes de la graduation du compteur de vapeur; 2° de montrer que la limite de vitesse des molécules gazeuses indiquée par la formule de Zeuner et la théorie dite *cinétique* peut réellement exister, et qu'elle semble avoir été atteinte dans les expériences de M. Hirn qui permettent dès lors d'en déterminer la valeur numérique à diverses températures. M. Hugoniot [2] a récemment établi la conformité des expériences de M. Hirn avec la formule de Zeuner et montré que dans ces expériences la vitesse n'avait pas dépassé 315^{m}.

» 1. Le Tableau suivant contient la comparaison des deux formules (A) et (B) avec les résultats E de l'expérience première, dans laquelle un gaz parfait s'échappe d'un *réservoir* à pression et à température constantes $p_0 = 10^{\text{m}},202.\, t_0^0 = 6^{\circ},75$ et pénètre à travers un orifice en minces parois de $0^{\text{mq}},00002552$ de section réelle dans un *récipient* graduellement raréfié. Il montre l'exactitude pratique de la formule abrégée (A) pour les cent divisions de mon compteur et pour les pertes de charges inférieures à $3^{\text{m}},15$

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. VII; mars 1886.
(2) *Comptes rendus*, 26 juin 1886.

d'eau évaluées par cet appareil. L'approximation sera d'ailleurs augmentée dans l'étude des hautes pressions donnant une moindre valeur au rapport $\frac{p_0 - p_1}{p_0} = \frac{3^m,15}{p_0}$, pressions pour lesquelles l'appareil a été construit :

p_1	10,0039	9,5593	9,2004	8,8891	8,2636	7,5023
$\sqrt{p_0 - p_1}$	0,44	0,81	1,00	1,14	1,39	1,64
Degrés du compteur.	25°,8	45°,6	56°,3	64°,2	78°,4	92°,4
W_A	0^{mc},000425	0,000782	0,000965	0,001110	0,001341	0,001582
W_E	0^{mc},000425	0,000788	0,000953	0,001120	0,001301	0,001584
W_B	0^{mc},000441	0,000775	0,000949	0,001066	0,001249	0,001396

» 2. L'hypothèse d'une limite imposée à la vitesse des molécules gazeuses dans le vide entraîne immédiatement celle d'une contrepression limite du fluide à la section contractée. Tout obstacle apporté à la libre sortie du gaz détermine une compression relative. Il s'établit, à l'aval de l'orifice et dans le vide même du récipient, une atmosphère gazeuse dont la tension cesse de varier quand même on pousse le vide jusqu'au zéro absolu, et l'indication du manomètre placé sur le récipient ne donne en rien, à partir de la limite, la pression réelle du fluide à la section contractée. La formule de Zeuner qui, par l'existence de son maximum positif, fait pressentir cette limite pour une valeur de p_1 différente de zéro, $p_1 = 0,526 p_0$, s'écarte des expériences de M. Hirn, parce que le coefficient m_0, m_1, supposé invariable, va croissant avec la raréfaction. La veine conique convergente s'enfle progressivement dans le vide progressif. En même temps, la section contractée augmente en se rapprochant de la tranche de l'orifice, avec laquelle elle se confond à la limite. S'il en est ainsi, la formule de Zeuner doit être expérimentalement vérifiée jusqu'au maximum : pour les orifices en minces parois, en faisant converger le coefficient $m_0 m_1 = 0,636$ vers l'unité ; pour les orifices coniques, en conservant purement et simplement le coefficient 0,985 voisin de l'unité. C'est ce qui a lieu. Enfin, si l'on admet la vitesse et par suite la contrepression limite, les deux pressions agissant sur l'orifice, P_0 et P_1, devenant constantes et invariables, le débit *en masse* deviendra constant et invariable. Cette constance et invariabilité du débit est observée dans toutes les expériences de M. Hirn, à partir de la limite. Elle est réelle et non pas approximative et apparente, comme il propose de l'admettre. Quant aux valeurs décroissantes de ce débit fournies par l'équation de Zeuner à partir du maximum, elles sont inadmissibles. Si l'existence d'une vitesse limite justifie la stabilité du débit *en masse*, rien ne saurait expliquer sa décrois-

sance. Dès lors, dans la courbe $x = (p_0 - p_1)y = w$, la branche descendant du maximum jusqu'à zéro quand le vide s'accroît est parasite et doit être remplacée par sa tangente horizontale, ce qui l'identifie d'ailleurs à la courbe expérimentale. Avec ces réserves, la formule de Zeuner est vérifiée par les expériences de M. Hirn.

» Au moment du maximum le jet à l'orifice possède exactement la vitesse limite. La même masse gazeuse est dès lors représentée d'une part, dans le réservoir, par le débit limite invariable ($w_0 = 0,00207155$ pour notre exemple), d'autre part, dans le récipient, par un cylindre ayant pour base la section réelle et pour hauteur la vitesse limite, et cela à la pression limite. Les équations adiabatiques permettent de tirer de là une valeur numérique de la vitesse limite V_l et de la température correspondante t_l

(1) $$\frac{w_0 P_0}{1 + at_0} = \frac{(V_l S) P_l}{1 + at_l},$$

(2) $$\left(\frac{P_l}{P_0}\right)^{1 - \frac{c_v}{c_p}} = \frac{1 + at_l}{1 + at_0}.$$

» Cette vitesse limite est pour toutes les expériences de M. Hirn voisine de 315^{m} à une température voisine de $-55°$. La théorie dite *cinétique* fournit une vitesse de 485^{m} à $0°$. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Nouveau mode de construction de l'hélice.* Note de M. **Trouvé**, présentée par M. Lippmann.

« Je poursuis depuis plusieurs années l'étude de l'application de l'électricité à la propulsion des embarcations. Je me réserve d'exposer dans une Communication ultérieure les résultats obtenus et de faire ressortir les avantages que présente ce système dans un grand nombre de cas; je désire aujourd'hui porter à la connaissance de l'Académie les conclusions auxquelles m'ont amené mes expériences sur le fonctionnement de l'hélice, ainsi qu'un nouveau mode de construction de ce propulseur.

» Mon moteur, qui, avec un poids et un volume minimes, arrive à développer une très grande puissance [1], donne son maximum de rendement avec une vitesse de plusieurs milliers de tours par minute. On se trouve donc dans des conditions très différentes de celles que présentent les mo-

---

[1] D'un poids de 15^{kg}, il développe une puissance de 75^{kgm} par seconde.

teurs à vapeur, lesquels, à cause de l'inertie des pièces oscillantes et de la résistance limitée de certains organes, ne peuvent dépasser pratiquement une vitesse assez faible.

» Au lieu de réduire par le mode de transmission la vitesse du moteur, il m'a paru plus avantageux de conserver à l'hélice une très grande vitesse de rotation. On sait avec quelle rapidité augmente la résistance de l'eau, à mesure que la vitesse du corps qui s'y meut s'accroît; on doit donc se rapprocher ainsi des conditions qu'offre une vis prenant son point d'appui sur un écrou solide, obtenir une diminution du recul de l'hélice et réduire la perte de force vive résultant du tourbillonnement de la masse d'eau mise en mouvement.

» Cette grande vitesse oblige à réduire considérablement le pas de l'hélice, condition également favorable; car la résultante des forces dues à l'inertie de l'eau, agissant sur chaque élément de la surface des ailes, se rapproche de la direction de l'axe, direction dans laquelle doit s'exercer l'effet utile.

» Il en résulte aussi pour l'eau une moindre tendance à prendre un mouvement de rotation qui fait naître un effort centrifuge la forçant à s'échapper par le pourtour de l'hélice, ce qui, comme on le sait, est une cause de trépidations et de perte de force vive.

» L'expérience a confirmé cette manière de voir, et, en portant jusqu'à 2400 tours par minute la vitesse de rotation, le rendement de l'hélice a augmenté dans une proportion très notable, en même temps que l'on voyait diminuer le bouillonnement de l'eau à l'arrière, les trépidations cesser et le mouvement prendre une régularité et une douceur parfaites. Ces expériences ayant nécessité l'essai d'un très grand nombre d'hélices de forme et de pas variables, j'ai été conduit à imaginer un mode de construction beaucoup plus simple que ceux qui sont en usage. La confection du moule d'une hélice est, en effet, une opération exigeant des connaissances géométriques assez étendues, car il s'agit de faire l'épure des ailes, de développer et de rabattre un nombre assez grand de sections cylindriques concentriques de ces ailes, de découper des gabarits qui, cintrés ensuite, permettent de tailler dans un moule en bois les courbes de ces sections, courbes que l'on réunit ensuite par des surfaces où le sentiment de la continuité et, par suite, l'habileté de l'ouvrier jouent un grand rôle. Il en résulte que ces pièces ne peuvent être exécutées que par un petit nombre d'hommes spéciaux, et que le prix de revient en est élevé.

» Le nouveau mode de construction présente, au contraire, une sim-

plicité telle que tout ouvrier peut confectionner un modèle d'hélice.

» Voici en quoi il consiste :

» Dans un cylindre d'un diamètre égal au moyeu de l'hélice, je pratique une rainure hélicoïdale, opération que le tour à engrenages réalise mécaniquement avec une régularité parfaite. Je prends ensuite une série de tiges métalliques d'un diamètre égal à la largeur de la rainure, et j'im-



plante l'extrémité de ces tiges dans la rainure, perpendiculairement à l'axe du cylindre, en les pressant fortement l'une contre l'autre, de façon à assurer le contact. On réalise ainsi matériellement, avec la plus grande facilité, la formation d'un hélicoïde de pas déterminé. Il ne reste plus qu'à réunir les extrémités des tiges au moyen d'une feuille de métal mince, à laquelle on les soude pour fixer leur position, à souder également entre elles les extrémités encastrées, puis à remplir l'intervalle des tiges au moyen d'un métal facilement fusible. J'obtiens ainsi deux surfaces auxquelles viennent affleurer les tiges, surfaces qui se confondent sensiblement avec l'hélicoïde géométrique ayant rigoureusement le pas qu'on s'est donné.

» Je puis, du reste, réaliser parfaitement la surface hélicoïdale géométrique en faisant coïncider l'un des angles de l'outil avec la trace de cette surface sur le cylindre.

» On découpe à volonté, si on le désire, des ailes courbes sur la surface ainsi formée, et l'on renforce la face qui n'est pas destinée à agir au moyen d'une matière plastique. On obtient ainsi sans difficulté et à peu de frais un moule au moyen duquel on peut fondre des hélices parfaitement régulières et de pas bien déterminé.

» Comme ce moule est en matière indéformable, dépourvu de son noyau, il restera comme étalon pour vérifier soit les produits de la fonte, soit les hélices qui, ayant déjà travaillé, auraient été faussées.

» L'hélice à pas variable, si compliquée et si difficile à réaliser, s'exécute avec la même facilité.

» Ce mode de formation peut aussi rendre des services à l'enseignement, en permettant de rendre tangible la génération de l'hélicoïde, surface compliquée dont les épures ou dessins permettent difficilement de comprendre la forme et les propriétés. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une condition physiologique influençant les mesures photométriques*. Note de M. **Aug. Charpentier.**

« On sait déjà que la comparaison de deux lumières de différentes teintes donne des résultats variables suivant l'intensité absolue de ces deux lumières; les teintes les plus réfrangibles paraissent *relativement* plus intenses que les teintes les moins réfrangibles quand l'intensité absolue est affaiblie, et inversement. Voici un autre phénomène qui se produit en sens contraire et qui peut dans certaines conditions contrebalancer l'influence du premier.

» Considérons deux sources lumineuses, l'une rouge et l'autre verte pour fixer les idées; par un réglage convenable de leur distance amenons-les à former sur l'écran d'un photomètre deux plages lumineuses d'égale intensité. Cette égalité apparente ne se produira que pour une certaine dimension des deux plages lumineuses et pour une certaine distance de l'écran à l'œil. Les deux surfaces comparées sont-elles rendues plus grandes, c'est la verte qui paraîtra la plus intense; vient-on à diminuer leur étendue, c'est la rouge qui l'emportera.

» De même, si l'on se rapproche de l'écran de manière à avoir des

images rétiniennes plus grandes, la surface verte semblera la plus éclairée; c'est la rouge qui reprendra l'avantage si l'on s'éloigne.

» L'expérience répétée avec différentes couleurs donne toujours ce résultat, que pour une image rétinienne plus petite les couleurs les moins réfrangibles paraissent *relativement* les plus intenses, et pour une image rétinienne plus grande, ce sont les couleurs les plus voisines de l'extrémité bleu violet du spectre qui l'emportent en intensité relative. L'éloignement de l'œil ou le rapetissement de l'objet équivalent donc à une diminution d'intensité de la lumière considérée, mais à une diminution inégale suivant la nature de cette dernière : la diminution est plus lente pour les couleurs les moins réfrangibles.

» Ces faits sont en rapport avec les suivants : j'ai constaté pour le minimum perceptible comme lumière les mêmes variations, sous l'influence de l'étendue rétinienne excitée, que celles dont j'ai parlé précédemment concernant le minimum perceptible comme couleur. Dans une Note du 11 janvier 1881, je disais que, si l'on déterminait le minimum chromatique correspondant à des images rétiniennes de plus en plus petites, ce minimum augmentait de plus en plus, mais inégalement; il augmentait plus vite pour le bleu que pour le vert, pour le vert que pour le rouge. Deux ans après, j'ai repris et confirmé ces expériences en y faisant rentrer le jaune spectral (raie D), et j'ai vu que cette couleur prenait place entre le rouge et le vert.

» Je viens de trouver que les mêmes faits se reproduisent pour le minimum perceptible comme lumière, c'est-à-dire que pour toute lumière simple le minimum perceptible augmente lorsque diminue la surface rétinienne excitée, mais que cette augmentation est d'autant moins rapide (l'intensité lumineuse baisse d'autant plus lentement) que la lumière considérée est moins réfrangible.

» Ces phénomènes sont surtout marqués quand l'image rétinienne n'a pas une étendue supérieure à celle de la *fovea centralis* (environ deux dixièmes de millimètre de diamètre). »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation de l'acide sélénhydrique.* Note de M. CH. FABRE, présentée par M. Berthelot.

« I. 1. L'acide sélénhydrique est nettement décomposé par certains corps; j'ai étudié surtout les réactions qui donnent comme produit de cette décomposition le sélénium appartenant à la variété *vitreuse*.

» 2. Le perchlorure de fer dissous, agissant sur l'acide sélénhydrique, donne immédiatement un précipité de sélénium, et la liqueur renferme une quantité équivalente de protochlorure de fer; la réaction s'effectue à la température ordinaire, aussi bien avec l'acide dissous qu'avec l'acide gazeux; elle se prête aisément aux mesures calorimétriques.

» Trois expériences ont été faites en traitant de $1^{gr},153$ à $3^{gr},275$ de gaz sélénhydrique dans une fiole calorimétrique, par une dissolution de perchlorure de fer ($1^{éq} = 4^{lit}$). J'ai obtenu par équivalent, vers 15°,

$+20^{Cal},87$, $+21^{Cal},10$, $+21^{Cal},18$, Moyenne... $+21^{Cal},05$

» J'ai fait trois expériences en traitant une dissolution d'acide sélénhydrique par la même dissolution de perchlorure de fer; en opérant sur des quantités d'acide sélénhydrique dissous variant de $0^{gr},410$ à $0^{gr},511$; j'ai obtenu vers 14°, par équivalent,

$+16^{Cal},37$, $+16^{Cal},30$, $+16^{Cal},15$, Moyenne .... $+16^{Cal},27$

Il faut ajouter à ce nombre la chaleur de dissolution de l'acide sélénhydrique $+4^{Cal},63$

Soit .... $+20^{Cal},90$

» La moyenne de ces deux séries de déterminations est $+20^{Cal},97$; nous en déduirons la chaleur de formation de l'acide sélénhydrique à partir de ses éléments.

Premier cycle.

H gaz + Se vitreux = H Se gaz, dégage	x
2 Fe sol. + Cl^3 gaz + eau = Fe^2Cl^3 dissous	$+127^{Cal},70$
H Se gaz + Fe^2Cl^3 dissous = Se vitreux + Fe^2Cl^2 dissous + HCl	$+20^{Cal},97$
Somme	$x + 148^{Cal},67$

Deuxième cycle.

Fe^2 sol. + Cl^2 gaz + eau = Fe^2Cl^2 dissous	$+100^{Cal},00$
H gaz + Cl gaz + eau = HCl dissous	$+39^{Cal},30$
Somme	$+139^{Cal},30$

d'où

$$x = 139^{Cal},30 - 148^{Cal},67 = -9^{Cal},37.$$

» II. L'eau oxygénée décompose immédiatement l'acide sélénhydrique; il se forme de l'eau et du sélénium, ce dernier corps étant à l'état amorphe, transformable vers 100° en sélénium métallique, comme je l'ai vérifié. On sait au contraire que, sous l'influence de l'oxygène humide, il se forme, par la décomposition de l'acide sélénhydrique, du sélénium métallique.

» Trois expériences ont été faites en opérant sur des poids d'acide sélénhydrique gazeux variant de $0^{gr},913$ à $1^{gr},736$; l'eau oxygénée était fortement diluée (environ $\frac{1}{15}$ d'équivalent par litre); j'ai obtenu, à la température de 15°,

$$+61^{Cal},12, \quad +61^{Cal},51 \quad +61^{Cal},23, \qquad \text{Moyenne}\ldots\ldots \quad +61^{Cal},29.$$

» La chaleur de formation de l'acide sélénhydrique, à partir de ses éléments, s'obtiendra comme il suit :

Premier cycle.

H gaz + Se vitreux = H Se gaz dégage.....................	x
H gaz + O^2 gaz = HO^2 dissous..........................	$+17^{Cal},00$
HO^2 dissous + H Se gaz = H^2O^2 liquide + Se vitreux........	$+61^{Cal},29$
Somme...........	$x+78^{Cal},29$

Deuxième cycle.

H^2 gaz + O^2 gaz = H^2O^2 liquide..........................	$+69^{Cal},00$

d'où

$$x = 69^{Cal},00 - 78^{Cal},29 = -9^{Cal},29.$$

» III. Un troisième moyen de mesurer cette chaleur de formation est donné par l'action de l'acide sélénhydrique sur la dissolution d'acide sélénieux ; la réaction peut s'exprimer par l'égalité

$$2\,HSe + SeO^2 = H^2O^2 + 3\,Se.$$

» On obtient, aussi bien avec l'acide sélénhydrique gazeux qu'avec l'acide dissous, des flocons rouges de sélénium amorphe se transformant, vers 100°, en sélénium métallique : ce corps se précipite donc ici dans un état appartenant à la première variété.

» J'ai effectué les mesures en faisant passer un courant d'acide sélénhydrique gazeux dans une dissolution d'acide sélénieux ($1^{éq} = 10^{lit}$) contenue dans la fiole calorimétrique de M. Berthelot. Trois expériences faites vers 15°, sur des poids variant de $1^{gr},153$ à $3^{gr},275$, ont donné par équivalent d'acide sélénhydrique

$$+30^{Cal},37, \quad +30^{Cal},00, \quad +29^{Cal},90 \qquad \text{Moyenne,} \ +30^{Cal},09,$$

soit $60^{Cal},18$ pour $H^2Se^2 = 80^{gr},8$.

» Les deux cycles suivants nous donnent la chaleur de formation de l'acide sélénhydrique à partir de ses éléments.

Premier cycle.

H^2 gaz + Se^2 vitreux = H^2Se^2 gaz dégagé	x_{Cal}
Se vitreux + O^2 gaz + HO liquide = SeO^2 dissous	+ 28,16
2 HSe gaz + SeO^2 dissous = H^2O^2 liquide + 3 Se vitreux	+ 60,18
Somme	x + 88,34

Deuxième cycle.

H^2 gaz + O^2 gaz = H^2O^2 liquide	+ 69,00

d'où

$$x = 69^{\text{Cal}} - 88^{\text{Cal}},34 = -19^{\text{Cal}},34;$$

soit

$$-9^{\text{Cal}},67 \text{ pour HSe} = 40^{\text{gr}},4.$$

» IV. Les trois méthodes décrites plus haut nous donnent les trois nombres

$$\begin{array}{c} \text{Cal} \\ -9,37 \\ -9,29 \\ -9,67. \end{array}$$

Nous adopterons la moyenne, soit $-9^{\text{Cal}},44$, pour la chaleur de formation de l'acide sélénhydrique gazeux, à partir de l'hydrogène gazeux et du sélénium amorphe (répondant à l'état vitreux)

H gaz + Se amorphe (vitreux) = HSe gaz .... $-9^{\text{Cal}},44$

» On a encore, d'après mes expériences sur la transformation des deux variétés de sélénium,

H gaz + Se métallique = HSe gaz .... $-6^{\text{Cal}},61$. »

CRISTALLOGRAPHIE CHIMIQUE. — *Sur une nouvelle espèce d'asparagine.* Note de M. A. **Piutti**, présentée par M. Pasteur.

« L'asparagine ordinaire en dissolution aqueuse est lévogyre. Les cristaux de cette substance présentent une face hémiédre à gauche.

» En 1835, M. Miller (*Phil. Mag.*, 3e série, t. IV, p. 105; *Pogg. Ann.*, t. XXXVI, p. 477) détermina les indices de réfraction et les constantes cristallographiques de l'asparagine. Il mentionne notamment la forme $b^{\frac{1}{2}}$ qui, d'après le texte et la projection stéréographique, est une forme holoédrique. En 1851, M. Pasteur remarqua que la forme octaédrique n'apparaissait que comme hémiédrie de gauche. Il déduisit de ce fait qu'il devait

existar une asparagine dextrogyre ayant une forme cristalline symétrique de l'asparagine ordinaire (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXI, p. 72). Rammelsberg (*Kryst. Chem.*, p. 361; Berlin, 1855) affirme que l'octaèdre de l'asparagine se présente sous la forme de tétraèdre droit ou gauche. C'est là la seule indication sur l'existence d'un tétraèdre droit que j'aie pu trouver dans tout ce qui a été publié à ce sujet sur l'asparagine.

» Quoi qu'il en soit, on n'était pas parvenu à isoler l'asparagine possédant la face hémièdre gauche et à la caractériser comme une espèce distincte.

» J'ai eu la bonne fortune de découvrir ce corps en assistant, au mois d'avril de cette année, à la préparation en grand de l'asparagine dans l'usine de M. G. Parenti, à Sienne, qui a mis avec la plus grande obligeance à ma disposition les moyens qui m'ont permis de mener ce travail à bonne fin.

» Les eaux mères provenant de la cristallisation de l'asparagine brute, soumises à la concentration et à un repos prolongé, laissent déposer des cristaux à saveur sucrée, qu'on purifie par des cristallisations fractionnées dans l'eau. On obtient ainsi un mélange d'asparagine ordinaire et du nouveau corps, qu'on sépare mécaniquement. 6500^{kg} de vesces germées ont fourni 20^{kg} d'asparagine brute dont les eaux mères donnent 100^{gr} du nouvel isomère à l'état de pureté. La forme cristalline de l'asparagine nouvelle a été examinée par M. Grattarola. Voici quelles sont les conclusions de son travail :

» La forme cristalline de l'asparagine sucrée est identique à celle de l'asparagine ordinaire, sauf la différence provenant de la position des faces hémièdres. En tenant compte des variations ordinaires des valeurs des angles, le système cristallin et les paramètres fondamentaux des deux asparagines se correspondent parfaitement. Les différents aspects de l'un et de l'autre isomère complètent l'analogie. Les indices principaux de réfraction, la position du plan des axes optiques, leur angle apparent dans l'huile ainsi que l'angle véritable, déduit des formules usuelles, sont identiques dans les deux cas.

» Le pouvoir rotatoire de la nouvelle asparagine, déterminé avec le grand polarimètre de Laurent, est égal et de signe contraire à celui de l'asparagine ordinaire. On pouvait admettre que ces deux asparagines étaient de véritables isomères chimiques ayant pour formules

$$AzH^2, CO, CH^2, CH(AzH^2), CO^2H$$

et

$$AzH^2, CO, CH(AzH^2), CH^2, CO^2H.$$

» J'ai préparé, en partant de chaque asparagine, toute une série de dérivés.

» Or les deux séries jouissent de propriétés chimiques identiques. En revanche, toutes les fois qu'il s'agit de dérivés ayant le pouvoir rotatoire, les termes des deux séries présentent des rotations égales et de signe contraire.

» Les points de fusion des dérivés des deux asparagines ne sauraient être déterminés avec exactitude, car ces corps se décomposent avant ou au moment même de la fusion.

» Le Tableau suivant indique les constantes physiques et le pouvoir rotatoire (solutions aqueuses saturées à 15°-20°, longueur du tube, $0^m,50$) des corps obtenus.

Noms des corps et formules.		Série de l'asparagine.		Méthode de préparation.
		Ordinaire,	Sucrée,	
Asparagine	CO, AzH^2 C^2H^3, AzH^2 CO^2H	lévogyre, $[\alpha]_D = -5°,4$.	dextrogyre, $[\alpha]_D = +5°,41$.	
Acide aspartique	CO^2H C^2H^3, AzH^2 CO^2H	Dextrogyre.	Lévogyre.	Action de l'acide chlorhydrique.
Acide malique	CO^2H C^2H^3, OH CO^2H	Fus. vers 100°, lévogyre.	Fus. vers 100°, dextrogyre.	Action de l'acide nitreux.
Acide uramidosuccinique.	CO, AzH^2 C^2H^3, AzH, CO, AzH^2 CO^2H	Fus. vers 157°, dextrogyre.	Fus. vers 157°, lévogyre.	Action du cyanate de potassium.
Acide urimidosuccinique.	CO^2H $C^2H^3 - AzH$ $CO - AzH$ ⟩ CO	Lévogyre.	Dextrogyre.	Action de l'acide chlorhydrique sur le corps précédent ou du cyanate de potassium sur les acides aspartiques.
Acide urimidosuccinique.	CO, AzH^2 $C^2H^2 - AzH$ $CO - AzH$ ⟩ CO	Inactif.	Inactif.	Fusion des asparogènes avec l'urée.
Acide urimidosuccinique (malyl-uréique).	CO^2H $C^2H^2 - AzH$ $CO - AzH$ ⟩ CO	Inactif.	Inactif.	Action de l'acide chlorhydrique sur l'urimide précédent ou fusion des acides aspartiques avec l'urée.

» Les deux asparagines, chauffées avec des quantités d'acide chlorhydrique ($D = 1,107$) correspondant à deux molécules, à une température de 170°-180°, fournissent de l'acide aspartique inactif. En opérant à une température plus élevée ou en prolongeant l'action de l'acide, on obtient de l'acide fumarique. L'acide aspartique ainsi préparé est de tous points identique à l'acide de Dessaignes, préparé au moyen du malate

d'ammonium (*Comptes rendus*, t. XXX, p. 324; t. XXXI, p. 432.) Chauffées au-dessus de 200°, les deux asparagines fournissent le même corps, constitué probablement par de la polyfumarimide.

» En résumé, les dérivés des deux asparagines présentent les mêmes propriétés chimiques; toutefois, ces faits ne suffisent point pour rejeter définitivement l'hypothèse d'une isomérie d'ordre chimique. En effet, les isomères physiques connus sont doués de la même saveur; or, tandis que l'asparagine ordinaire possède une saveur indécise, l'asparagine dextrogyre est douée d'une saveur nettement sucrée, analogue à celle qu'on observe chez beaucoup d'acides amidés. En outre, en dissolvant dans l'eau des quantités équimoléculaires des deux asparagines, on obtient, il est vrai, une dissolution optiquement inactive; mais, par l'évaporation spontanée, il se dépose les deux asparagines séparées. Assez souvent même, les cristaux présentent des macles formées d'un cristal droit et d'un cristal gauche.

» Rien de pareil, comme on sait, n'a lieu avec les deux acides tartriques droit et gauche, qui, en s'unissant, donnent l'acide racémique.

» En revanche, les acides aspartiques dérivés des deux asparagines doivent être envisagés comme de véritables isomères physiques, car ils s'unissent en quantités équimoléculaires pour donner un acide inactif que je nomme *acide asparagénique*, pour le distinguer de l'acide aspartique inactif obtenu par le malate mono-ammonique ainsi qu'en chauffant une des deux asparagines avec de l'acide chlorhydrique à 180°. Notons ici que la formule de structure de l'acide aspartique

$$CO^2H\text{-}CH^2\text{-}CH(AzH^2)\text{-}CO^2H$$

n'admet pas d'isomérie d'ordre chimique.

» L'acide asparagénique est en cristaux monocliniques, identiques aux formes décrites par M. Pasteur pour l'acide de Dessaignes (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXIV, p. 30). Je chercherai à dédoubler cet acide ainsi que les deux acides aspartiques inactifs en deux acides présentant les phénomènes rotatoires.

» En faisant agir l'ammoniaque alcoolique sur l'éther de l'acide aspartique inactif, il m'a été impossible de préparer de l'asparagine inactive, quoique l'existence de ce corps paraisse des plus probables.

» Dans les mêmes conditions, l'éther de l'acide aspartique ordinaire fournit de l'asparagine lévogyre. »

M. **Pasteur** ajoute les observations suivantes à propos du travail de M. *Piutti* :

« Pourquoi cette grande différence dans la saveur des deux asparagines? On pourrait peut-être supposer l'existence d'une isomérie toute spéciale. Je pense autrement. Je serais très porté à croire, au contraire, qu'il faut rapprocher ce fait physiologique de cet autre que, si deux corps dissymétriques inverses offrent dans leurs combinaisons avec des corps inactifs des propriétés chimiques et physiques absolument semblables et même identiques, ces mêmes corps dissymétriques inverses donnent des combinaisons tout à fait différentes de propriétés quand ils s'unissent à des corps eux-mêmes dissymétriques et actifs sur la lumière polarisée.

» Le corps actif dissymétrique qui interviendrait dans l'impression nerveuse, traduite par une saveur sucrée dans un cas et presque insipide dans l'autre, ne serait autre chose, suivant moi, que la matière nerveuse elle-même, matière dissymétrique comme toutes les substances primordiales de la vie : albumine, fibrine, gélatine, etc.

» Mais, dira-t-on, comment n'a-t-on pas encore trouvé des différences de saveur dans les corps droit et gauche inverses?

» Ce n'est pas là une objection de principe. En outre, on n'a jamais eu peut-être l'idée de faire ces comparaisons de saveurs. Aujourd'hui que l'attention est appelée par ce que je viens de dire sur ces singularités de grande importance, les choses changeront peut-être : c'est du moins mon espoir. »

CHIMIE. — *Partage d'une base entre deux acides, cas particulier des chromates alcalins.* Note de M. **P. Sabatier**, présentée par M. Berthelot.

« L'acide chromique se comporte vis-à-vis des bases alcalines comme un acide bibasique à deux fonctions inégales. La vraie nature de ces fonctions apparaît bien nettement si, selon les indications de M. Berthelot (*Comptes rendus*, 1883, XCVI, 399), on considère les chaleurs dégagées par la combinaison de l'acide chromique avec deux équivalents successifs de potasse, et surtout si l'on rapporte les données thermiques à l'état solide des corps qui interviennent dans les réactions. On trouve ainsi, relativement à la potasse, que la première fonction de l'acide chromique, celle qui fournit le bichromate, n'est guère surpassée que par la première fonction de l'acide sulfurique (qui donne le bisulfate de potasse). Elle est voi-

sine de celle de l'acide chlorhydrique, certainement supérieure aux acides carbonique, acétique, même à l'acide phosphorique. Aussi, le bichromate de potasse ne subit de décomposition notable qu'avec l'acide sulfurique, ce qui, du reste, comme nous l'avons montré dans une Communication récente, ne détermine dans la liqueur aucun changement de teinte.

» Le bichromate de potasse, qui retient la deuxième fonction de l'acide chromique et forme ainsi le chromate neutre, vient, d'après les valeurs thermiques de l'état solide, se placer au-dessous de l'acide chlorhydrique, du bisulfate de potasse, de l'acide acétique, de la première fonction des acides phosphorique et carbonique. Mais il nous apparaît comme un acide plus fort que le bicarbonate de potasse et que la troisième fonction de l'acide phosphorique.

» L'action des acides puissants sur le chromate neutre de potasse tend au déplacement total du bichromate au profit du nouvel acide : en réalité, à cause de l'intervention dissociante du dissolvant, on aura le plus souvent dans la liqueur, au lieu d'une réaction complète, une décomposition progressive. Celle-ci se traduira dans le liquide jaune-citron par l'apparition graduelle de la teinte rouge du bichromate. La nuance du mélange indiquera donc l'étendue du partage de la potasse entre le bichromate et l'acide antagoniste.

» L'emploi du spectrophotomètre pour cette détermination numérique présente de grandes difficultés pratiques.

» J'ai obtenu, au contraire, de très bons résultats par une méthode colorimétrique directe, en comparant les mélanges de chromate neutre et d'acide antagoniste à une gamme connue formée à l'avance avec des proportions déterminées de chromate neutre et de bichromate.

» Les liquides colorés étant tous contenus à volumes égaux dans des tubes identiques, un œil, même peu exercé, arrive à classer la teinte du mélange étudié entre deux termes consécutifs de la série étalon. Celle-ci comprenait jusqu'à soixante tubes, ayant tous pour le même volume la même masse de bichromate, mais des quantités progressivement croissantes de potasse. La sensibilité d'appréciation diminue quand la dose de bichromate libre devient notable. Les déterminations ont été contrôlées par plusieurs observateurs qui avaient seulement à se prononcer sur l'identité de deux nuances.

» Les détails de ce travail seront publiés *in extenso* dans un Mémoire étendu. Je me bornerai à indiquer les conclusions générales.

» I. L'acide chlorhydrique donne un déplacement à peu près total; il

en est de même des deux fonctions de l'acide sulfurique, de la première fonction de l'acide phosphorique et même de l'acide trichloracétique. Pour l'acide acétique, l'action est un peu moins avancée : ainsi, pour équivalents égaux d'acide acétique, de potasse et de bichromate (dissous dans 4^{lit} d'eau pour $1^{\text{éq}}$), on trouve qu'il s'est formé seulement $0^{\text{éq}},835$ d'acétate de potasse ; il subsiste encore $0^{\text{éq}},165$ de chromate neutre. A côté de l'acide acétique viennent se placer les trois fonctions égales de l'acide citrique.

» La première fonction de l'acide carbonique C^2O^4 donne un partage assez avancé : pour équivalents égaux, on peut évaluer à $0^{\text{éq}},615$ la quantité de bicarbonate formé.

» La seconde fonction de l'acide phosphorique (c'est-à-dire la première fonction du phosphate acide de potasse) est plus faible que la première, mais encore supérieure au bichromate : pour équivalents égaux, il reste $0^{\text{éq}},56$ de chromate neutre.

» Quant à la deuxième fonction de l'acide carbonique, à l'acide borique et à la troisième fonction de l'acide phosphorique, elles se montrent nettement inférieures au bichromate de potasse.

» En réalité, on obtient un léger partage avec l'acide borique : pour équivalents égaux de potasse, de bichromate et d'acide borique, $0^{\text{éq}},925$ du chromate neutre demeurent inaltérés [1].

» II. Un résultat fort général et très important se déduit des expériences.

» Toutes les fois que la fonction de l'acide antagoniste, mesurée par les données thermiques, l'emporte sur le bichromate, *cette prédominance se traduit par l'action totale qu'une petite quantité d'acide exerce sur le chromate neutre.*

» Les actions secondaires, qui substituent au déplacement total théorique un partage plus ou moins avancé, sont alors sans influence notable. Cette circonstance se révèle visiblement dans la représentation graphique du partage, parce que toutes les courbes sont à l'origine tangentes à la ligne droite d'action totale. *Elle fournit immédiatement pour chaque acide le nombre de fonctions supérieures à la fonction acide du bichromate.* On trouve ainsi que l'acide oxalique en a deux, l'acide citrique trois ; l'acide phosphorique n'en a que deux, l'acide carbonique seulement une ; l'acide borique n'en a point.

---

(1) Il n'en est plus de même si l'on traite une solution de chromate neutre par un excès d'acide borique solide ; on peut alors réaliser un déplacement très avancé du bichromate, grâce à la formation d'un borate acide presque insoluble, dont la précipitation tend à rendre l'action totale, par le mécanisme de Berthollet.

» Nous retrouvons ici une application du principe général des petites masses, énoncé par M. Berthelot. Nous y trouvons en même temps *la vérification la plus éclatante des prévisions thermiques déduites de l'état solide*.

» III. La notion de *module*, caractéristique spéciale des acides, indépendante des données calorimétriques et qui, seule, d'après M. Thomsen, réglerait les partages d'une base dans les dissolutions, est absolument incompatible avec les conclusions qui précèdent. D'ailleurs les valeurs assignées par le savant danois aux modules des divers acides sont inconciliables avec les résultats numériques de ces recherches. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur des titanates de baryte et de strontiane cristallisés.* Note de M. L. **Bourgeois**, présentée par M. Fouqué.

« Le travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est consacré à l'étude des titanates alcalino-terreux cristallisés qui prennent naissance par l'application d'une méthode connue (fusion des éléments du sel dans le chlorure correspondant).

» En commençant ces recherches, j'espérais obtenir ainsi des composés appartenant au même groupe chimique que la pérowskite et contribuer d'une façon indirecte à l'histoire de ce minéral si intéressant par ses anomalies optiques. J'ai été conduit à faire usage d'un procédé très voisin de celui que M. Hautefeuille, dans son Mémoire classique, avait appliqué à la synthèse de la pérowskite elle-même : les composés formés dans les circonstances où j'ai opéré, par l'union de l'acide titanique avec la baryte et la strontiane, tout en se rapprochant de la pérowskite par la forme cristalline apparente et certains caractères optiques, s'en éloignent au contraire par la composition chimique.

» *Titanate de baryte.* — Dans un four de Forquignon et Leclerc, on fond au rouge vif, pendant une heure, équivalents égaux d'acide titanique et de carbonate de baryte au sein d'un excès de chlorure de baryum. Reprenant la masse par l'eau acidulée d'acide chlorhydrique, on recueille un sable formé de cristaux d'un vif éclat, d'une couleur variant du jaune de miel au brun clair.

» Examiné au microscope, le produit se présente en cubes ou cubo-octaèdres, ordinairement aplatis suivant une face du cube ; la réfringence est très prononcée. En lumière polarisée, on aperçoit les phénomènes carac-

téristiques des substances pseudo-cubiques. Un cristal posé à plat sur une face du cube s'éteint lorsque les côtés sont parallèles aux sections principales des nicols croisés; dans toute autre position apparaissent des teintes fort vives, dessinant d'une part des zones parallèles aux côtés, d'autre part un fin quadrillage à 45° constitué par des macles multiples. Souvent le centre du cristal et les diagonales restent obscurs dans toutes les positions. En lumière convergente on observe deux axes optiques avec bissectrice négative perpendiculaire à la face du cube; leur écartement est extrêmement variable d'un point à l'autre, jusqu'à devenir nul. La substance est sans doute formée par un assemblage très complexe de lamelles orthorhombiques avec symétrie extérieure cubique.

» La densité des cristaux est 5,91.

» L'analyse a été faite en attaquant les cristaux par l'acide chlorhydrique concentré vers 60°; il se dépose du chlorure de baryum. Étendant d'eau la liqueur après refroidissement, on obtient une dissolution limpide sans résidu. L'acide titanique est précipité par l'ammoniaque, et la baryte, dans la liqueur filtrée, à l'état de sulfate. L'analyse a donné les résultats suivants :

						Calculé pour		
	I.	II.	III.	IV.	V.	$2BaO, 3TiO^2$.	$BaO, 2TiO^2$.	BaO, TiO^2.
Baryte........	47,7	47,5	46,5	44,3	44,0	44,5	48,2	65,1
Acide titanique.	52,6	51,5	52,9	54,8	54,9	55,4	51,7	34,8
	100,3	99,0	99,4	99,1	98,9	99,9	99,9	99,9

» On voit qu'il y a lieu d'attribuer à la substance la formule

$$2BaO, 3TiO^2,$$

qui en fait un *trititanate* de baryte, si l'on convient d'appeler *bititanate de chaux* la pérowskite CaO, TiO^2.

» *Titanate de strontiane.* — On procède comme plus haut, sauf remplacement du baryum par le strontium. Les cristaux sont de plus petites dimensions, cubes sans modifications, d'un jaune grisâtre ou brun clair. La biréfringence est extrêmement faible; les anomalies optiques sont, à part cela, semblables à celles du sel de baryte. Densité, 5,1.

» Pour l'analyse, on dissout dans l'acide chlorhydrique concentré, vers 60°, on étend d'eau, on précipite l'acide titanique par l'ammoniaque, et, dans la liqueur filtrée, la strontiane à l'état de carbonate.

	I.	II.	III.	Calculé pour 2StO, 3TiO².	StO, 2TiO².	StO, TiO².
Strontiane......	44,0	43,0	46,6	45,7	55,8	38,7
Acide titanique..	54,5	55,3	52,4	54,2	44,1	61,2
	98,5	98,3	99,0	99,9	99,9	99,9

» La formule est donc $2StO, 3TiO^2$, comme pour le sel de baryte.

» *Titanate de chaux.* — Opérant de même, à titre de comparaison, sauf remplacement du strontium par le calcium, on recueille un produit tout à fait semblable au précédent par sa couleur et sa forme cubique. Mais en lumière polarisée, on observe une assez forte biréfringence, avec extinction diagonale et lamelles hémitropes dessinant un fin quadrillage parallèle aux côtés.

» Difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique, même concentré et bouillant, la substance se dissout aisément à chaud dans l'acide sulfurique concentré, ce qui permet d'en faire l'analyse. La liqueur étendue est précipitée par l'ammoniaque, et la liqueur filtrée, par l'oxalate d'ammoniaque.

	I.	II.	Calculé pour CaO, TiO².	2CaO, 3TiO².	CaO, 2TiO²
Chaux........	37,4	39,0	40,5	31,2	25,4
Acide titanique	60,1	61,3	39,5	68,7	74,5
	97,5	100,3	100,0	99,9	99,9

» Il y a, comme on voit, identité avec la pérowskite CaO, TiO^2, et le procédé employé ne diffère d'ailleurs de celui de M. Hautefeuille que par l'absence de silice.

» *Remarques.* — Dans les préparations précédentes, l'introduction des chlorures de potassium ou de sodium ne paraît modifier en rien les résultats. Les titanates de strontiane et de chaux se forment même quand on n'a pas mis de bases libres, à cause de la facile décomposition des chlorures par la vapeur d'eau. Quant au chlorure de baryum, plus stable, fondu avec l'acide titanique seul, il donne des aiguilles mal formées de rutile.

» L'addition de silice aux mélanges donne, *dans les conditions précitées*, avec le chlorure de baryum, en outre du titanate, une scorie cristalline qui sera étudiée plus tard; avec le chlorure de strontium, du titanate en cubes modifiés par de très petites facettes octaédriques; avec le chlorure de

calcium (expériences de M. Hautefeuille), de la pérowskite, tantôt en cubes parfaits, tantôt en beaux cristallites, sans trace de sphène.

» Dans une Note ultérieure, je traiterai d'essais faits en vue de préparer des silicotitanates de baryte ou de strontiane analogues au sphène ([1]).

» J'examinerai, en outre, la question de savoir s'il est possible d'obtenir des titanates mixtes de baryte et de chaux, de strontiane et de chaux. »

CHIMIE. — *Action du chlore sur le séléniocyanate de potassium.* Note de M. A. VERNEUIL, présentée par M. Troost.

« 1. D'après MM. Kypke et Neger ([2]), le précipité rouge obtenu lorsqu'on dirige un courant de chlore dans une dissolution de séléniocyanate de potassium est du perséléniocyanogène, tandis que la substance jaune produite par l'action d'un excès de chlore sur cette matière rouge est de l'acide perséléniocyanique.

» Ces composés n'ayant pas été analysés, j'ai repris l'étude de cette réaction et j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie les principaux résultats obtenus.

» Pour éviter la décomposition des produits engendrés dans l'action du chlore sur le séléniocyanate alcalin, il convient de faire arriver à la surface de sa dissolution à 10 pour 100 un courant d'air chargé d'une petite quantité de ce métalloïde, par son passage à travers de l'eau de chlore faible. Le précipité cristallin rouge qui est d'abord formé se transforme peu à peu en une substance jaune qu'on purifie, après dessiccation à froid, par une cristallisation dans le chloroforme bouillant.

» Les paillettes jaune d'or ainsi obtenues répondent à la formule C^2AzSe^3 et non à celle de l'acide perséléniocyanique $C^4Az^2H^2Se^6$.

	Trouvé.	Calculé pour C^2AzSe^3.
C	8,15	8,30
Az	10,06	9,69
Se	81,84	82,00

» L'eau décompose lentement à froid, mais immédiatement à l'ébullition,

([1]) Laboratoire de M. Fouqué, au Collège de France.

([2]) *Ann. der Chem. und Pharm.*, n. série, t. XXXIX, p. 207.

ce trisééniure de cyanogène, en acide cyanhydrique, acide sélénieux et sélénium d'après l'équation

$$2\,C^2AzSe^3 + H^2O^2 = 2\,C^2AzH + SeO^2 + 5\,Se.$$

» La majeure partie du sélénium et l'acide cyanhydrique ainsi formés proviennent de la décomposition, par l'acide sélénieux, de l'acide sélénio-cyanique d'abord engendré; car si l'on produit cette réaction en présence d'un léger excès de CaO, CO^2, elle répond à l'égalité

$$2\,C^2AzSe^3 + 3\,CaO, CO^2 = 2\,C^2AzCaSe^2 + CaO, SeO^2 + Se + 3\,CO^2,$$

laquelle permet d'envisager le triséléniure de cyanogène comme un séléniocyanate dans lequel le sélénium remplace le métal; j'ai donné le nom de *séléniocyanate de sélénium* à ce produit pour rappeler cette constitution.

» 2. Maintenu à la température de 108° dans le vide, le séléniocyanate de sélénium fournit un sublimé bien cristallisé de monoséléniure de cyanogène :

	Trouvé.	Calculé pour C^2AzSe.
C	18,25	18,32
Az	21,32	21,37
Se	59,32	60,30

» L'eau bouillante le décompose rapidement ainsi

$$2\,C^2AzSe + H^2O^2 = 2\,C^2AzH + SeO^2 + Se;$$

mais à froid, en même temps qu'il se dégage CO^2, il se précipite du séléniocyanate de sélénium et le liquide retient du séléniocyanate d'ammoniaque ainsi que SeO^2 et C^2AzH. La formation de ces divers produits est résumée dans les équations suivantes :

$$3\,C^2AzSe + 2\,H^2O^2 = C^2AzSe^3 + C^2AzAzH^4 + 2\,CO^2,$$
$$2\,C^2AzSe + 2\,H^2O^2 = C^2AzAzH^4Se^2 + 2\,CO^2,$$
$$5\,C^2AzSe + 2\,H^2O^2 = C^2AzSe^3 + 4\,C^2AzH + 2\,SeO^2.$$

» 3. Le produit ultime de l'action du chlore sur le séléniocyanate de potassium étant considéré comme du séléniocyanate de sélénium, on devait prévoir la formation d'une combinaison de ces deux produits, les sels doubles analogues étant très nombreux dans la série parallèle du soufre.

Le composé rouge formé en premier lieu répond, en effet, à la combinaison de $2^{éq}$ de séléniocyanate de sélénium avec $1^{éq}$ de séléniocyanate de potassium, plus une molécule d'eau : $C^6Az^3KSe^8H^2O^2$.

» De fait, on obtient immédiatement ce séléniocyanate double lorsqu'on ajoute à la dissolution du séléniocyanate de sélénium dans le chloroforme la quantité calculée de séléniocyanate de potassium dans l'alcool à 90°.

» 4. La solution alcoolique de séléniocyanate double de sélénium et de potassium se décompose assez rapidement en déposant du sélénium; par l'évaporation on obtient la combinaison $C^6Az^3KSe^6$ qui représente le séléniocyanate double primitif dans lequel $1^{éq}$ de séléniocyanate de sélénium est remplacé par $1^{éq}$ de monoséléniure de cyanogène.

» On obtient la combinaison ammoniacale correspondante,

$$C^2AzSe^3, C^2AzSe, C^2AzAzH^4Se^2,$$

lorsqu'on fait agir, pendant plusieurs heures, l'éther humide sur le séléniocyanate de sélénium à la température de l'ébullition.

» 5. En résumé, l'action ménagée du chlore sur le séléniocyanate de potassium est exprimée par l'équation

$$8C^2AzKSe^2 + 7Cl + 3HO = 5C^2AzSe^3 + SeO^2KO + 3C^2AzH + 7KCl.$$

» La réaction secondaire la plus importante qui l'accompagne est celle qui donne naissance en même temps à une petite quantité de monoséléniure de cyanogène suivant l'égalité

$$2C^2AzKSe^2 + 2Cl = C^2AzSe^3 + C^2AzSe + 2KCl.$$

» Il résulte des faits indiqués dans cette Note que l'action du chlore sur les séléniocyanates alcalins est fort différente de celle qu'il exerce sur les sulfocyanates correspondants.

» Le brome et l'iode donnent lieu à des phénomènes du même ordre ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation des glucoses en dextrines.* Note de MM. E. Grimaux et L. Lefèvre, présentée par M. Friedel.

« Les travaux de MM. Bondonneau, Musculus, O' Sullivan, Brown, etc., ont montré que la dextrine n'est pas une espèce chimique définie, mais

([1]) Laboratoire du Muséum d'Histoire naturelle.

qu'il existe un certain nombre de corps présentant les propriétés générales de la dextrine de Payen, et différant entre eux par le pouvoir rotatoire et le pouvoir réducteur.

» Malgré de nombreuses recherches, la question des dextrines est encore assez obscure; la transformation des glucoses en dextrines, que nous venons de réaliser, nous paraît devoir apporter quelques faits nouveaux à l'histoire de ces corps.

» Nous utilisons, pour opérer cette transformation, l'action déshydratante de l'acide chlorhydrique faible dans des conditions spéciales. On dissout le glucose pur dans huit fois son poids d'acide chlorhydrique d'une densité de 1,026 et l'on distille cette solution au bain-marie dans le vide. Le produit de la réaction est une masse sirupeuse, d'une couleur ambrée plus ou moins foncée; on la dissout dans son poids d'eau et l'on ajoute de l'alcool à 90° jusqu'à cessation de trouble. Il se précipite une matière molle, gommeuse, adhérant fortement aux parois du verre. On répète à cinq ou six reprises la dissolution dans l'eau et la précipitation par l'alcool à 90°; puis on redissout dans l'eau, on décolore à l'ébullition par le noir animal, on concentre la solution en la distillant au bain-marie dans le vide, puis on l'abandonne, à froid, dans le vide sec. Elle donne d'abord une masse gommeuse, qui se dessèche lentement et se prend en plaques transparentes que l'on pulvérise.

» Elle forme alors une poudre blanche présentant l'aspect de la dextrine blanche du commerce; elle est très hygrométrique et donne des solutions gommeuses. La poudre sèche donne, sous la pression, cette sensation de craquement que l'on observe avec la fécule et avec la dextrine commerciale. Son pouvoir réducteur et son pouvoir rotatoire varient avec le nombre de précipitations qu'elle a subies; elle est, de plus, mélangée d'une certaine quantité d'un sucre fermentescible.

» Dans une opération dirigée comme nous venons de l'indiquer, nous avons obtenu, après trois précipitations par l'alcool, une dextrine blanche ayant un pouvoir réducteur de 21,9 pour 100, évalué en glucose, et un pouvoir rotatoire $[\alpha]_j = +100°$.

» Pour la débarrasser du sucre fermentescible qu'elle peut renfermer, elle a été soumise à l'action de la levure de bière jusqu'à ce qu'il n'y eût plus de dégagement d'acide carbonique. Le produit de la réaction évaporé et séché possède :

Pouvoir réducteur	17,8
Pouvoir rotatoire $[\alpha]_j$	$+97°,48$

» L'analyse centésimale n'a pas conduit aux chiffres répondant à la formule $C^{18}H^{30}O^{15} = 3(C^6H^{10}O^5)$, mais se rapproche plutôt de la formule $C^{18}H^{32}O^{16} = 3(C^6H^{10}O^5) + H^2O$.

» La dextrine synthétique appartient à la famille des achrodextrines; elle n'est pas colorée par l'iode. L'infusion de malt est sans action sur elle, comme nous l'avons constaté sur plusieurs échantillons provenant d'opérations diverses.

» Elle n'est hydratée par les acides étendus qu'avec une certaine lenteur; 2gr soumis à l'ébullition avec 100 parties d'eau renfermant 2 pour 100 d'acide sulfurique n'ont été entièrement transformés en glucose qu'après vingt heures d'action; au bout de huit heures, il n'y avait de produit que 78 pour 100 de glucose. Le glucose régénéré par l'hydratation de la dextrine synthétique subit facilement la fermentation alcoolique.

» Les propriétés de cette dextrine se rapprochent d'une dextrine synthétique obtenue par M. Musculus par l'action de l'acide sulfurique concentré sur le glucose en présence d'alcool absolu, dextrine inattaquable par l'infusion de malt et difficilement saccharifiable par les acides étendus, mais elle en diffère par son pouvoir réducteur et son pouvoir rotatoire, qui sont plus faibles, l'achrodextrine de Musculus ayant un pouvoir rotatoire $[\alpha]_j = +137^\circ$ et un pouvoir réducteur de 32 pour 100 [1].

» Les dextrines qu'ont isolées divers chimistes (achrodextrines α, β, etc.) ne peuvent être regardées comme des espèces chimiques distinctes, mais comme des mélanges de plusieurs dextrines qu'il n'est pas possible de séparer. En effet, le pouvoir rotatoire et le pouvoir réducteur varient suivant le nombre des précipitations par l'alcool, même quand on a enlevé par la levure de bière les sucres fermentescibles.

» Les liqueurs alcooliques qui restent après la précipitation de la dextrine synthétique renferment donc d'autres dextrines plus réductrices, comme il est facile de s'en assurer en les concentrant et les additionnant d'alcool absolu; mais, de plus, elles renferment un sucre fermentescible. Nous nous sommes demandé si ce sucre fermentescible était seulement du glucose ou un mélange de glucose et de maltose, ce dernier, qui renferme $C^{12}H^{22}O^{11}$, ayant pu prendre naissance dans l'action déshydratante de l'acide chlorhydrique sur deux molécules de glucose. Mais le maltose cris-

---

(1) M. A. Gautier, en faisant réagir le gaz chlorhydrique sec sur le glucose en solution dans l'alcool à 94°, a obtenu un diglucose $C^{12}H^{22}O^{11}$ qui paraît se rapprocher d'une dextrine.

tallise difficilement, et nous n'avons pas encore pu le retirer du mélange qui renferme de la dextrine, du glucose et de l'acide chlorhydrique.

» Nous avons essayé, cependant, d'en démontrer la présence en mettant à profit la belle réaction de M. E. Fischer, qui a obtenu des combinaisons cristallisées des sucres réducteurs en les traitant par un mélange de chlorhydrate de phénylhydrazine et d'acétate de soude. Comme le glucose se combine plus rapidement que le maltose, qu'il donne des cristaux paraissant au microscope formés de lames groupées en faisceaux, tandis que le maltose donne des étoiles radiées, nous avons constaté que ces caractères permettent de reconnaître un mélange de glucose et de maltose, le premier dépôt étant surtout formé par la phénylglucosazone et les dépôts suivants par un mélange de ce corps avec la phénylmaltosazone; nous avons appliqué cette réaction aux produits renfermés dans les eaux mères alcooliques qui restent après la précipitation de la dextrine. On les neutralise par la soude; on acidifie par l'acide acétique, puis on chauffe au bain-marie avec une solution de phénylhydrazine. Toutes les deux heures, on sépare le dépôt par le filtre; les premiers offrent les caractères de la phénylglucosazone, tandis que les derniers sont surtout formés de cristaux groupés en étoiles qui présentent l'aspect de la phénylmaltosazone. Il y a donc lieu de supposer que, dans la réaction qui donne la dextrine, il se produit une certaine quantité de maltose; mais nous ne regarderons ce fait comme hors de doute qu'après avoir réussi à isoler et à caractériser le maltose.

» Le galactose pur, provenant du dédoublement du sucre de lait, et dont nous devons l'échantillon à l'obligeance de M. Müntz, se comporte comme le dextrose; il fournit une galacto-dextrine qui, après avoir été soumise à la fermentation, présente l'aspect de la glucodextrine. Elle a un pouvoir réducteur de 10 pour 100 (évalué en glucose) et un pouvoir rotatoire $[\alpha]_j = +80^\circ$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation des amides en amines.* Note de M. H. Baubigny, présentée par M. Debray.

« Dans un pli cacheté remis en mars 1880 à l'Académie, ouvert en 1882 et publié la même année dans les *Comptes rendus* (t. XCV, p. 646), sous le titre : *Transformation des amides en amines*, j'annonçais que les amides chauffées en vase clos avec un alcool étaient transformées en amines substituées, dérivées de l'alcool employé; ce, par fixation des éléments de cet

alcool, et d'après le même principe qui reproduit le sel correspondant à l'amide employée lorsqu'on la soumet aux conditions d'hydratation.

» Ainsi l'acétamide chauffée avec de l'alcool éthylique donne de l'acétate d'éthylamine et, chauffée avec de l'eau, elle donne de l'acétate d'ammoniaque. C'est de même qu'on a de la méthylaniline ou de l'aniline, si on chauffe l'acétanilide avec de l'alcool méthylique ou de l'eau. La seule différence, ainsi que je le signalais dans ma Note de 1880, est dans la température nécessaire à la réaction. Dans le cas des alcools, on doit opérer à plus haute température.

» Simultanément, Calm signalait, en 1882 [1], la même réaction pour *certains* phénols et obtenait, avec l'acétamide et les naphtols α et β, les naphtylamines correspondantes. Je dis certains phénols; car, comme moi, Calm constatait que, par l'action du phénol ordinaire sur l'acétamide, même à 300°, on n'obtenait pas d'aniline.

» Je suis donc étonné que M. R. Seifert, sous le titre : *Transformation des amides en amines* (*Ueberführung der Säureamide in Alkylamine*), ait signalé [2] comme une réaction nouvelle l'action des alcools sodés sur les amides pour transformer ces amides en amines substituées, dérivées de l'alcool employé, paraissant ainsi tenir pour nuls mes résultats et ceux de Calm.

» L'emploi d'un alcool sodé n'est, en effet, qu'un cas particulier de la méthode plus générale signalée par moi pour les alcools et par Calm pour certains phénols, et à laquelle M. Seifert revient sans s'en douter; car la réaction n'a pas lieu dans le sens qu'il indique, à savoir par voie de double décomposition *pure et simple*. En effet, pour le cas de l'acétanilide et de l'alcool sodé étudié par lui, M. Seifert donne l'équation

$$C^6H^5\ldots N\begin{cases}COCH^3\\H\end{cases} + NaOC^2H^5 = C^6H^5\ldots N\begin{cases}C^2H^5\\H\end{cases} + CH^3-COONa.$$

» M. Seifert dit avoir opéré à 170°-200° pendant trente-six heures; et à la rectification des amines, il trouve de l'aniline avec une petite quantité d'une base qui, après plusieurs distillations fractionnées, bout de 201° à 205° et jouirait des propriétés de l'éthylamine d'Hofmann.

» D'autre part, il constate que, si l'on chauffe le mélange d'alcool sodé et d'acétanilide, non plus en vase clos, mais lentement et en vase ouvert,

---

(1) *Berl. Berichte*, t. XV, p. 609.
(2) *Ibid.*, t. XVIII, p. 1355.

dans une cornue par exemple, à 160°-170°, il distille de l'alcool pur (et sensiblement la quantité théorique employée), tandis qu'il reste de l'acétanilide sodé

$$\left.\begin{matrix} CH^3 \ldots CO \\ C^6H^5 \end{matrix}\right\rangle N \ldots H + NaOC^2H^5 = \left.\begin{matrix} CH^3 \ldots CO \\ C^6H^5 \end{matrix}\right\rangle N \ldots Na + C^2H^6O.$$

» Ce n'est donc pas par double décomposition, comme le prouve cette dernière réaction, que se produit l'éthylaniline, mais bien par action ultérieure de l'alcool sur l'acétanilide sodé, lorsque l'emploi d'un vase scellé empêche la distillation de l'alcool régénéré, et que l'on chauffe jusqu'à 200°, tout comme on l'obtient par l'action de l'alcool ordinaire sur l'acétamide. En effet, l'acétanilide chauffé à 200° avec de l'alcool éthylique à 90°-95° C. fournit de l'éthylaniline, mais la réaction est lente et concorde avec le résultat de M. Seifert, qui, après trente-six heures à 170°-200°, accuse dans le produit obtenu par lui en vase clos une quantité encore assez notable d'aniline, alors que la transformation aurait dû être totale, si elle avait été la conséquence d'un double échange, puisqu'en vase clos M. Seifert employait un excès d'alcool sodé.

» Ainsi, non seulement l'emploi de l'alcool sodé n'offre rien de nouveau, en tant que *transformation des amides en amines*, mais de plus, en nécessitant l'usage d'alcool absolu, la réaction perd en apparence de sa généralité, généralité que j'avais établie en montrant qu'un mélange d'un alcool, d'un acide organique et d'une amine *amidifiable*, porté à une température supérieure à celle nécessaire pour former l'amide, donnait naissance à une amine plus substituée. De plus, à 280°, la transformation est complète et le rendement presque théorique après huit à dix heures. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Isomérie des camphols et camphres; camphol de valériane.* Note de M. **Alb. Haller**, présentée par M. Berthelot.

« L'essence de valériane a été l'objet de recherches nombreuses. Rochleder [1] fut le premier qui démontra qu'en l'oxydant avec le bichromate de potasse et l'acide sulfurique on obtient un produit ressemblant au camphre des Laurinées. Il attribue ce fait à l'oxydation du terpène $C^{10}H^{16}$ contenu dans l'essence de valériane.

---

[1] *Annalen der Chemie und Pharm.*, t. XL, p. 1.

» C'est à Gerhardt ([1]) que nous devons de savoir que cette essence contient un camphol que l'auteur considéra comme identique au bornéol provenant du *Dryobalanops aromatica*.

» Pierlot ([2]), en chauffant l'essence de valériane avec de la potasse, obtint aussi une substance camphrée à laquelle il attribua la formule

$$C^{12}H^{20}O.$$

» Enfin M. Bruylauts ([3]), dans ses belles recherches sur les essences, a démontré que le camphol de valériane existe dans l'essence, à l'état d'éthers formique, acétique et valérianique.

» Aucun de ces auteurs n'a étudié les dérivés de ce camphol pour les comparer à ceux du bornéol ordinaire, ni déterminé son action sur la lumière polarisée. Nous nous sommes proposé de combler cette lacune et nous avons, à cet effet, préparé ce camphol en modifiant légèrement le procédé de M. Bruylauts.

Les parties d'essence de valériane passant entre 220° et 250° et constituées par le mélange d'éthers mentionnés plus haut ont été chauffées avec un léger excès de potasse alcoolique, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant. Au bout de quelques heures de traitement, on a versé la solution dans un excès d'eau froide. Le camphol qui se précipite dans ces conditions a été recueilli sur une toile, lavé à l'eau, puis séché entre des doubles de papier filtre. Le produit ainsi obtenu était jaunâtre; pour le purifier, on l'a sublimé sur de la chaux. Ainsi préparé, ce camphol fond vers 200°, comme l'a indiqué M. Bruylauts. Son pouvoir rotatoire

$$[\alpha]_D = -37°,4.$$

» Ce camphol ainsi obtenu n'est toutefois pas encore pur. Pour le purifier, on l'a soumis à des cristallisations répétées dans l'éther de pétrole. On a finalement obtenu des cristaux, se présentant sous la forme de tables hexagonales, transparents, très friables, d'une odeur qui tient à la fois du camphre et du poivre, et ne rappelant plus la valériane. Les cristaux fondent à 208°,8 et ont en solution dans le toluène un pouvoir rotatoire moléculaire $[\alpha]_D = -37,77$.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, (3), t. VII, p. 286.
([2]) *Ibid.*, (3), t. LVI, p. 291.
([3]) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, (3), t. XI.

» Ces données concordent avec celles du camphol de N'gai purifié par cristallisation dans l'éther de pétrole.

» Les points de fusion et les pouvoirs rotatoires du camphre, camphre monobromé et acide camphorique dérivés du camphol de valériane, sont les suivants :

	Points de fusion.	Pouvoir rotatoire.
Camphre de valériane................	178°,2	$(\alpha)_D = -$ 42°,96
Camphre monobromé correspondant..	75,2	$(\alpha)_D = -$ 127,57
Acide camphorique correspondant....	186,2	$(\alpha)_D = -$ 46,16

» En comparant les propriétés de ce camphol et de ses dérivés avec celles du camphol de N'gai et de ses dérivés correspondants, on arrive à conclure qu'il y a identité complète entre ces deux produits. Leur camphre est de plus identique avec celui de matricaire.

» Dans une Communication ultérieure, je démontrerai, si l'Académie veut bien me le permettre, que ces deux camphols sont en même temps identiques avec le camphol retiré de l'alcool de garance. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Électrolyse d'une solution ammoniacale avec des électrodes de charbon.* Note de M. **A. Millot**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 17 août 1885, j'ai annoncé que, en électrolysant le charbon de cornue purifié au chlore avec une solution d'ammoniaque à 50 pour 100 d'ammoniaque liquide, on obtenait un liquide noir, décrit dans une Note en 1880, et que cette solution évaporée au bain-marie laissait un résidu composé en majeure partie de matières azulmiques.

» Ce résidu, épuisé à l'alcool dans un appareil cohobateur, donne une solution alcoolique colorée en jaune, et la matière noire reste insoluble.

» Dans la Note précédente, j'ai signalé que le liquide alcoolique évaporé à sec laissait un résidu soluble dans l'eau bouillante et insoluble dans l'eau froide, et que, après un grand nombre d'évaporations et de redissolutions successives pour séparer la matière insoluble à froid, il restait un liquide sirupeux dans lequel se formait une cristallisation d'urée que l'on pouvait séparer par égouttage et cristallisations successives.

» J'ai reconnu depuis cette époque que la solution alcoolique renfermait

non seulement l'urée, mais encore les dérivés de cette substance que l'on obtient d'habitude par l'action de la chaleur sur l'urée, tels que l'ammélide, le biuret et la guanidine.

» Pour isoler ces corps, la solution alcoolique provenant de l'épuisement à l'alcool de la matière noire, qui est toujours légèrement acide, est traitée par le sous-acétate de plomb après saturation à l'ammoniaque. Il se forme un précipité abondant d'ammélide : le liquide filtré est décomposé par un courant d'hydrogène sulfuré, puis évaporé à consistance sirupeuse. On ajoute une solution alcoolique concentrée et chaude d'acide oxalique; par le refroidissement, on obtient une cristallisation d'oxalate d'urée qui est lavée à l'alcool. L'oxalate d'urée est décomposé en solution bouillante par le carbonate de chaux et donne de l'urée pure que l'on fait cristalliser.

» La solution, dont on a séparé l'urée, est traitée à l'ébullition par la craie, puis par l'eau de chaux; on filtre et l'on sépare l'excès de chaux par le carbonate d'ammoniaque.

» Le liquide obtenu renferme alors du biuret et du nitrate de guanidine. L'acide nitrique provient de l'électrolyse de l'ammoniaque, mais ne se forme pas en quantité suffisante pour donner naissance à du nitrate d'urée, puisque l'on peut obtenir directement l'urée par cristallisation de la solution alcoolique brute.

» On sépare le biuret du nitrate de guanidine en faisant cristalliser en liqueur étendue : le biuret, moins soluble, cristallise le premier sous la forme de mamelons. Ces mamelons, redissous, donnent du biuret tout à fait pur, cristallisé en aiguilles, après plusieurs cristallisations dans l'ammoniaque faible et l'alcool et séparation d'un peu de matière insoluble.

» Le liquide dont on a séparé les mamelons est concentré et laisse déposer une abondante cristallisation de nitrate de guanidine que l'on purifie par cristallisations successives dans l'eau et dans l'alcool.

» Le nitrate de guanidine cristallise en tables hexagonales dont trois côtés sont souvent supprimés et donnent des cristaux en forme de triangles.

» Le biuret et le nitrate de guanidine ainsi obtenus ont exactement la composition centésimale et les propriétés de ces corps.

» Quant à la matière blanc jaunâtre séparée en premier lieu par évaporation de la solution alcoolique ou par la précipitation au sous-acétate de plomb, on la purifie par plusieurs dissolutions à chaud et précipitations à froid; on sépare chaque fois un peu de matière devenue insoluble, probablement par suite de polymérisation, et l'on traite la solution bouillante par le sous-acétate de plomb; on filtre et l'on décompose la liqueur par l'hy-

drogène sulfuré à chaud. Le liquide concentré laisse déposer par refroidissement une matière blanche qui, séchée et analysée, a donné la composition et les propriétés de l'ammélide ou acide mélanurique de Gerhardt. Le sel d'argent a la composition centésimale de l'ammélidate d'argent.

» On obtient donc, dans cette électrolyse, par action directe du charbon sur l'ammoniaque :

» Une matière azulmique, dont j'étudie en ce moment les produits d'oxydation;

» L'urée et ses produits de décomposition : l'ammélide, le biuret, la guanidine.

» L'urée et la guanidine proviennent vraisemblablement de l'action de l'acide carbonique naissant sur l'ammoniaque avec élimination d'eau;

» Le biuret, de la réaction de l'acide carbonique sur la guanidine;

» L'ammélide, de l'action de l'acide carbonique et de l'ammoniaque sur le biuret.

» Je n'ai pas observé, dans ces produits, la formation de l'acide cyanurique qui devrait prendre naissance par l'action de l'acide carbonique sur le biuret, probablement par suite de la présence de l'ammoniaque qui donne, dans ces conditions, naissance à l'ammélide.

» MM. Bartoli et Papasogli ont électrolysé le charbon en solution ammoniacale; mais, pour rendre le liquide plus conducteur, ils ont ajouté une solution de sel marin. Dans ces conditions, il se produit du chlore naissant, et l'on ne peut obtenir les produits précédents qui sont détruits par le chlore. On se trouve alors placé dans les conditions de l'électrolyse d'une solution alcaline sodique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un alcoolate de potasse cristallisé.* Note de M. Engel, présentée par M. Friedel.

« La solution alcoolique de potasse se comporte, tantôt comme la solution aqueuse, tantôt au contraire comme si elle renfermait de l'éthylate de potasse. Son action sur un grand nombre de composés organiques, par exemple, est toute différente de celle de la potasse dissoute dans l'eau.

» Les faits qui suivent donnent l'explication de cette différence d'action.

» J'ai observé en effet qu'à froid la solution alcoolique de potasse était

constituée par la dissolution dans l'alcool d'un composé cristallisé :

$$KOH + 2C^2H^6O,$$

correspondant à l'hydrate $KOH + 2H^2O$.

» Pour préparer ce composé d'alcool et de potasse, on suspend dans de l'alcool absolu un panier de platine rempli de fragments de potasse caustique fondue qu'on renouvelle jusqu'à complète saturation du liquide. Celui-ci se sépare en deux couches : une inférieure, très peu abondante, qui est une solution aqueuse de potasse ; une supérieure, légèrement brune, qui est la solution alcoolique.

» La couche aqueuse inférieure provient sans doute du peu d'eau que renferme toujours la potasse et des traces d'eau de l'alcool absolu ; peut-être aussi de la formation d'un peu d'éthylate de potasse.

» La couche alcoolique saturée à 25° avait, dans une expérience, une densité de 1,039 et renfermait 20 pour 100 de potassium.

» En maintenant pendant vingt-quatre heures à 0° ce liquide alcoolique, on constate la formation d'un abondant dépôt de cristaux en grandes lames, occupant tout le volume du liquide et retenant les liqueurs mères. On peut les séparer de la partie liquide par un rapide essorage.

» Le liquide ainsi séparé des cristaux n'avait plus, dans l'expérience que je décris, que la densité 0,980 et ne renfermait que 16,9 pour 100 de potassium.

» Les cristaux essorés sont d'un beau blanc, onctueux au toucher, très rapidement altérables à l'air.

» Ils ont donné à l'analyse les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $KOH + 2C^2H^6O$.
K	26,6	26,35
	26,5	
	26,6	
C^2H^6O obtenu par distillation avec de l'eau	62,6	62,1
	62,8	
H obtenu par la combustion	8,16	8,10
	8,30	

» Le corps analysé a donc bien la formule $KOH + 2(C^2H^6O)$; je l'appellerai *alcoolate de potasse*. On a donné le même nom d'*alcoolates* aux combinaisons d'alcools et de bases dans lesquels le métal s'est substitué à l'hydrogène de l'alcool. Pour éviter toute confusion dans la nomenclature, je

propose de réserver le nom de *méthylates*, d'*éthylates*, etc., à ces derniers corps et d'appeler *alcoolates* les composés dans lesquels l'alcool joue un rôle analogue à celui de l'eau de cristallisation.

» L'alcoolate de potasse conservé en flacons bien bouchés se maintient inaltéré à 0°. Mais, à une température plus élevée déjà, vers 30°, il semble se transformer lentement en éthylate. Dans tous les cas, vers 60°, ces cristaux fondent et, après quelques heures, on constate que le liquide se sépare en deux couches dont l'inférieure est une solution *aqueuse* de potasse : cette décomposition est rapide à 100°-120°.

» L'alcoolate de potasse donne donc naissance à de l'eau sous l'influence de la chaleur, et, comme il n'y a pas en même temps formation d'éther, il en résulte qu'il s'est formé de l'éthylate de potasse d'après la formule

$$KOH + 2(C^2H^6O) = C^2H^5OK + C^2H^6O + H^2O.$$

» L'eau formée se sature de potasse. Quant au liquide alcoolique surnageant, il se prend par le refroidissement en une masse de fines aiguilles tout à fait différentes des cristaux précédents. Ces aiguilles sont imprégnées d'un liquide. Elles sont tellement déliquescentes qu'il est à peu près impossible de les isoler. Elles m'ont paru, d'après deux analyses, répondre à la formule $C^2H^5OK + C^2H^6O$. Mais ces analyses n'ont pu être faites que sur un produit encore imprégné du liquide générateur.

» Dans tous les cas, la formation d'eau par l'action de la chaleur sur le corps $KOH + 2(C^2H^6O)$ maintenu en tubes scellés, sans production simultanée d'éther, suffit pour démontrer la formation d'éthylate de potasse et pour expliquer par suite l'action de la solution alcoolique de potasse sur certains composés organiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide propionique*. Note de M. **Ad. Renard**, présentée par M. Berthelot.

« L'acide propionique se rencontre en proportion assez notable, mélangé de petites quantités d'acides acétique, butyrique et valérique, dans les goudrons résultant de la pyrogénation de la colophane à la température du rouge vif.

» Pour l'extraire, on traite par de la lessive de soude les essences légères provenant de la distillation de ces goudrons et passant avant 200°.

La liqueur obtenue est soumise à l'évaporation jusqu'à consistance sirupeuse, puis introduite dans une cornue et traitée par de l'acide sulfurique en excès qui, en général, détermine immédiatement la séparation d'une certaine quantité d'acide propionique qui remonte à la surface sous forme d'une couche huileuse noirâtre. On distille et, par addition au produit distillé de chlorure de calcium, l'acide propionique se sépare mélangé d'un peu d'acides butyrique et valérique. Quant à l'acide acétique, vu sa faible proportion, il reste en presque totalité en solution dans l'eau. Pour épurer l'acide propionique ainsi obtenu, on n'a plus qu'à le soumettre à quelques rectifications dans un appareil Le Bel et Henninger.

» Vers 99°, de l'eau chargée d'acide propionique passe à la distillation, puis bientôt le thermomètre monte à 141°-142° et l'acide propionique distille. La liqueur aqueuse provenant du commencement de la distillation, traitée par du chlorure de calcium, fournit une nouvelle quantité d'acide propionique qui se sépare sous forme d'une couche huileuse qu'on rectifie comme précédemment.

» L'acide propionique bout à 141°,5-142° ($h = 0,755$). Sa densité par rapport à l'eau à +4° = 1,0089 à 0° et 0,9904 à +18°. Refroidi à −50°, il reste liquide.

» Il est soluble en toutes proportions dans l'eau, l'alcool, l'éther, la benzine, les essences de pétrole.

» La solution aqueuse soumise à la distillation bout à 98°,6-99°,5 et le produit distillé renferme des proportions d'acide variant avec la quantité d'eau contenue dans le mélange. Quand la proportion d'acide, dans le mélange primitif, atteint au moins 40 pour 100, on obtient d'abord un liquide aqueux bouillant à 99°,5, renfermant 30 pour 100 d'acide, puis, vers la fin, le thermomètre monte rapidement à 141°-142°, température à laquelle l'acide propionique distille.

» Le chlorure de calcium le sépare de sa solution aqueuse; par le repos il remonte sous forme d'une couche huileuse renfermant 96 à 97 pour 100 d'acide anhydre, que la distillation décompose en acide à 30 pour 100 et acide anhydre. Quant à la solution de chlorure de calcium elle renferme une quantité constante de 8 pour 100 d'acide qu'on ne peut isoler par de nouvelles additions du même sel.

» Le sel marin et le sulfate de sodium ne le séparent pas de sa solution aqueuse; mais, lorsqu'il est mélangé, même à de faibles proportions, d'acides butyrique ou valérique, la séparation a lieu. Il en est de même si l'on ajoute à la liqueur salée de l'essence de pétrole ou de la benzine, les carbures

remontent à la surface entraînant avec eux la majeure partie de l'acide propionique dissous.

» L'acide acétique a une action inverse; mélangé à de l'acide propionique dissous dans l'eau, il en empêche sa séparation par addition de chlorure de calcium; mais, en agitant la liqueur acide avec de la benzine, celle-ci entraîne l'acide propionique en proportion d'autant plus grande que la quantité d'acide acétique est moindre. Un mélange de parties égales d'acide acétique et d'acide propionique, étendu de son volume d'eau et saturé de chlorure de calcium, étant épuisé à trois ou quatre reprises différentes par de l'essence de pétrole, abandonne à cette dernière 70 pour 100 de l'acide propionique qu'il renferme, qu'on peut ensuite extraire par un lavage à la lessive de soude, évaporation et distillation de sel de sodium obtenu en présence d'acide sulfurique, puis addition au produit distillé de chlorure de calcium. Si la proportion d'acide acétique contenu dans le mélange est moindre, le rendement en acide propionique est plus élevé.

» Ces diverses réactions pourront peut-être présenter quelque intérêt au point de vue de la séparation de l'acide propionique des liquides et surtout des acides avec lesquels il est souvent mélangé. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur le développement de la betterave à sucre; conclusion générale.* Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Peligot.

« Le phénomène essentiel par lequel se caractérise la première année de la végétation de la betterave à sucre est la formation d'une souche considérable dans laquelle le poids de saccharose emmagasiné s'élève à 100^{gr} et même quelquefois à 150^{gr} par sujet.

» Quelle est l'origine de ce saccharose, par quel mécanisme, en une période végétative de quatre mois environ, la plante parvient-elle à le former d'abord, à l'emmagasiner ensuite? C'est là un problème dont la solution préalable paraît indispensable aux recherches entreprises dans le but d'améliorer par la méthode scientifique les qualités saccharogéniques de la betterave.

» Pour approcher autant que possible de cette solution, il convient d'abord de déterminer aux époques successives de la végétation l'accroissement personnel et relatif des trois parties principales dont la plante est formée : souche, bouquet de feuilles, pivot et radicelles réunis. Cette détermination, les chiffres suivants la résument en centièmes du poids de la plante totale.

	8 juin.	19 juin.	2 juill.	15 juill.	29 juill.	10 août.	24 août.	5 sept.	18 sept.	1er oct.
Souche	6,8	15,1	24,8	29,5	38,9	45,7	52,0	57,3	59,8	63,3
Bouquet de feuilles	83,1	80,1	72,8	68,5	59,3	52,8	46,2	41,2	38,7	35,2
Pivot et radicelles	10,1	4,8	2,4	2,0	1,8	1,5	1,8	1,5	1,5	1,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

» Les chiffres qui précèdent permettent aussitôt de caractériser la physionomie de la plante ; pendant les deux premiers mois de sa végétation, ainsi que nombre d'observateurs l'ont déjà constaté, l'appareil foliacé prédomine, et c'est à se constituer lui-même que son activité s'applique surtout. L'importance de la souche est faible à ce moment ; quant à l'appareil radiculaire, son importance, notable au début, diminue rapidement et bientôt c'est à 2 pour 100 du poids de la plante que s'en abaisse la proportion.

» Pendant les deux derniers mois de la végétation, c'est dans des conditions tout autres que la végétation se poursuit. L'appareil aérien et l'appareil radiculaire augmentent, à la vérité, mais dans des proportions si faibles, que souvent on est amené à considérer le premier comme stationnaire. La souche, au contraire, augmente rapidement son poids et, en fin de campagne, représente les deux tiers environ du poids de la plante tout entière.

» Pour chacune des parties de cette plante, si les conditions météorologiques ont été normales, cet accroissement est régulier, et c'est par des lignes presque droites que la représentation graphique le traduit aussi bien pour la souche que pour les racines, que pour le bouquet lui-même, lorsque, bien entendu, on fait rentrer en compte le poids des feuilles fanées.

» Inégal au point de vue de son intensité pour chacune de ces trois parties, faible pour les feuilles et les racines, considérable, au contraire, pour la souche, cet accroissement conserve sa régularité lorsqu'il s'applique à la plupart des produits dont les unes et les autres sont composées : ligneux, matières minérales, matières organiques solubles, c'est-à-dire en cours d'élaboration.

» De telle sorte que, si on laisse de côté quelques-uns des produits qui interviennent à leur constitution, c'est en un état de composition sensiblement constant que chacune des parties de la plante se maintient pendant la période la plus importante de la végétation, c'est-à-dire depuis le mois de juillet jusqu'à la fin de la campagne. Mais, comme je l'indiquais à l'instant, il est, à cette règle, des exceptions qui, si elles sont peu nombreuses, n'en ont pas moins, au point de vue de l'établissement de la plante et de sa

végétation, au point de vue également des applications industrielles qu'elle reçoit, les conséquences les plus grandes.

» C'est ainsi que l'analyse des racines et radicelles nous les montre s'enrichissant rapidement en tissu ligneux et acquérant, de ce fait, une solidité chaque jour plus grande.

» C'est ainsi que l'étude des feuilles, et notamment des limbes, nous montre les proportions du saccharose variant dans une mesure relativement importante, sous l'influence de la lumière, alors que, à côté du saccharose, les autres produits qui interviennent à la composition du tissu végétal ne varient que dans une mesure relativement restreinte.

» C'est ainsi enfin que l'examen de la souche, aux diverses époques de la végétation, nous montre l'accroissement de sa richesse saccharine, intimement lié aux conditions météorologiques, et notamment à l'abondance des pluies que la plante a pu recevoir, nous montre, en un mot, la souche s'accroissant régulièrement en poids, quelles que soient ces conditions, mais se chargeant, soit en eau, soit en sucre suivant les circonstances, et conservant, en tout cas, le sucre que la végétation précédente y a déjà emmagasiné.

» Des considérations qui précèdent et de la discussion des chiffres si nombreux que l'analyse des diverses parties de la plante m'a fournis résulte, ce me semble, la possibilité de définir les conditions dans lesquelles la vie de la betterave à sucre se développe, les conditions dans lesquelles se forme la masse importante de saccharose que cette souche emmagasine.

» Dès les premiers mois de sa végétation, la betterave affirme son caractère prochain : alors que son poids atteint 1^{gr} à peine, elle contient déjà 1,5 pour 100 de sucre. Cependant, c'est à constituer surtout son appareil aérien et son appareil radiculaire que la plante travaille alors; mais bientôt, et dès le milieu de juillet, sa végétation prend une allure différente. Chaque jour, sous l'influence directe du soleil, les limbes des feuilles fabriquent une proportion nouvelle de saccharose; chaque jour, à travers les pétioles, une quantité de ce saccharose, que l'on peut évaluer à 1^{gr} environ, se dirige vers la souche, tandis que, d'autre part, enlevées au sol par les radicelles, une masse d'eau variable, une quantité de matières minérales que l'on peut estimer à $0^{gr},150$ ou à $0^{gr},200$, se dirigent vers la souche et vers le bouquet des feuilles.

» La partie essentielle de la plante, cette souche qui, en fin de campagne, représente les deux tiers du poids total de celle-ci, ne doit plus alors être considérée que comme un réseau végétal qui, pendant la première

année de la vie de la betterave, croît régulièrement avec le temps, et dont le tissu cellulo-vasculaire, d'une composition sensiblement constante pendant toute la durée de cette végétation, se remplit, régulièrement aussi, d'eau et de sucre se remplaçant l'une l'autre, suivant les circonstances météorologiques, et formant, en tout cas, une somme qui, tout au moins pour la race que j'ai étudiée, représente 94 pour 100 du poids de la souche. »

ZOOLOGIE. — *La loi des connexions appliquée à la morphologie des organes des Mollusques et particulièrement de l'Ampullaire.* Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. de Quatrefages.

« L'Ampullaire est un prosobranche à la fois pulmoné et branchifère. Le toit de sa vaste cavité palléale se dédouble pour former un poumon spacieux, qui rejette à droite la branchie monopennée, à gauche la fausse branchie bipennée. Le pénis se trouve à droite sur le manteau. Jusqu'ici, la signification morphologique de ces différents organes était restée douteuse; en nous appuyant sur les connexions très constantes qui, chez les Prosobranches, existent entre le système nerveux et les différentes parties du corps, nous avons pu la préciser et l'étendre à un grand nombre de Prosobranches.

» Dans sa partie antérieure, le système nerveux de l'Ampullaire rappelle celui des Scutibranches par la présence de quatre colliers nerveux (proboscidien, sympathique, pédieux et commissural) ayant tous pour partie commune les ganglions cérébroïdes avec leur longue commissure. La masse sous-œsophagienne est rectangulaire. Les deux côtés latéraux du rectangle sont ganglionnaires et paraissent comprendre chacun un ganglion antérieur et un ganglion postérieur. Les deux ganglions antérieurs sont réunis par une épaisse commissure; la commissure des deux ganglions postérieurs est moins forte. Chaque ganglion postérieur envoie en arrière un puissant cordon; les deux cordons se réunissent dans le ganglion viscéral bilobé situé à droite du péricarde. Une anastomose qui passe obliquement au-dessus de l'œsophage unit le ganglion postérieur droit à un ganglion allongé situé sur le cordon gauche.

» Les ganglions cérébroïdes et sympathiques se reconnaissent aisément; on voit aussi sans peine que les deux ganglions antérieurs de la masse sous-œsophagienne sont des ganglions pédieux. Mais, sans la loi des con-

nexions, on ne saurait interpréter les autres parties d'un système nerveux qui rappelle si peu celui des Prosobranches. Le ganglion allongé situé sur le cordon gauche est un ganglion supra-intestinal, puisqu'il innerve à la fois la partie antérieure de la branchie et la fausse branchie. Mais le nerf de la fausse branchie se dédouble et innerve aussi le bord gauche du manteau, exactement comme le nerf palléal gauche issu du ganglion commissural gauche des autres Prosobranches. On explique cette anomalie en observant que, chez la plupart des Prosobranches, le nerf branchial antérieur et le nerf palléal sont réunis par une anastomose qui est très courte et très rapprochée du ganglion supra-intestinal chez la Janthine. Exagérons cette disposition et nous verrons chez l'Ampullaire le nerf palléal gauche se rendre directement dans le ganglion supra-intestinal pour en sortir confondu avec le nerf branchial antérieur. Mais alors le ganglion postérieur gauche de la masse sous-œsophagienne représente le ganglion commissural gauche, et c'est bien là en effet sa vraie nature, puisqu'il innerve les parois du corps et le muscle columellaire. La position des connectifs issus des ganglions concorde avec cette conclusion ; elle indique en outre que le ganglion postérieur droit est au moins le ganglion commissural droit. Mais ce ganglion innerve, comme le ganglion subintestinal des autres Prosobranches, les parois du corps, le muscle columellaire et le manteau à droite ; on doit donc le considérer comme équivalent à la réunion du ganglion commissural droit et du ganglion subintestinal, plus confondus encore que chez le Buccin et la Calyptrée. Voici quelle est, dès lors, la commissure viscérale de l'Ampullaire. Sa branche subintestinale se rend directement du ganglion commissural droit au ganglion subintestinal, puis se dirige en arrière pour aboutir au ganglion viscéral. Sa branche supra-intestinale se rend, en passant obliquement par-dessus l'œsophage, du ganglion commissural droit au ganglion supra-intestinal, puis se dirige en arrière pour se terminer dans le ganglion viscéral. Nous avons vu que le ganglion commissural droit est confondu avec le ganglion sub-intestinal ; par conséquent, l'*Ampullaire est à la fois chiastoneure et zygoneure*.

» La loi des connexions apparaît avec une évidence frappante dans l'innervation du pénis de l'Ampullaire. Ici, en effet, le pénis est une dépendance du manteau, cas très rare s'il n'est pas unique, et nous voyons qu'il est innervé par le nerf palléal droit. Ainsi, suivant que le pénis est une dépendance du pied, de la tête ou du manteau, il est innervé par les ganglions pédieux, cérébroïdes ou palléaux, et l'on peut dire, par suite, que *le pénis est une dépendance du pied* (Glaucus, nombreux Prosobranches),

de la tête (Pulmonés, Pleurobranche, Calyptrée) *ou du manteau* (Ampullaire) *suivant qu'il est innervé par les ganglions pédieux, cérébroïdes ou palléaux*. Pour Jhering, le pénis serait toujours innervé par les ganglions cérébroïdes.

» L'épipodium de l'Ampullaire est innervé par les ganglions commissuraux et non, comme le dit Jhering, par les ganglions pédieux; c'est donc une formation palléale ou au moins une expansion des parois du corps. Or, chez la Jauthine, l'épipodium reçoit ses nerfs des ganglions pédieux, par conséquent *les formations appelées épipodiales n'ont pas toutes la même signification morphologique, puisque les unes sont des dépendances du pied, les autres des dépendances du manteau* ou des parois du corps.

» Pour la plupart des auteurs (Claus, Jhering, P. Fischer, etc.), la grande branchie des Cténobranches correspond à la branchie droite des Zeugobranches, la fausse branchie, souvent bipennée, à la branchie gauche des mêmes Zeugobranches. D'ailleurs, ces derniers ont à la base de chaque branchie une saillie particulière, décrite par Spengel sous le nom d'*organe olfactif*. Or, chez les Zeugobranches, la branchie et l'organe olfactif gauches sont innervés par les mêmes nerfs issus de la branche supra-intestinale de la commissure viscérale, la branchie et l'organe olfactif droits par des nerfs issus de la branche subintestinale de la même commissure. Mais, chez tous les Cténobranches, y compris l'Ampullaire, la branchie et la fausse branchie sont innervées par la branche supra-intestinale de la commissure, d'où l'on conclut que, *chez l'Ampullaire et chez tous les Cténobranches, la branchie et la fausse branchie correspondent à la branchie et au soi-disant organe olfactif gauches des Zeugobranches*.

» Par conséquent, la fausse branchie de l'Ampullaire ne correspond pas à la branchie des Néritines, et son système nerveux n'est pas orthoneure. C'est pour ces deux raisons pourtant que Jhering voyait dans les Ampullaires les Gastéropodes les plus voisins des Néritidés, bien qu'il les plaçât, chose étrange, à côté des Calyptréidés. Par contre, Woodward range l'Ampullaire parmi les Paludinidés, et P. Fischer entre les Paludinidés et les Cyclostomidés. La présence d'un épipodium et d'un bourrelet dorsal rapprochent, en effet, l'Ampullaire des Paludines; mais des caractères plus importants, tels que le système nerveux zygoneure, la présence d'une fausse branchie bipennée et la différence des dents radulaires, les en séparent. Nous plaçons l'Ampullaire parmi les Ténioglosses zygoneures, au voisinage des Calyptréidés qui ont le plus grand nombre de traits communs avec elle.

» Nos recherches, faites au laboratoire de Malacologie du Muséum, se limitent aux trois espèces suivantes : *Ampullaria carinata* (Swainson), *A. polita* (Deshayes) et *A. zonata* (Spix). »

ZOOLOGIE. — *Sur la présence de Ricins dans le tuyau des plumes des Oiseaux.* Note de M. **Trouessart**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai appelé l'attention de l'Académie sur la présence d'Acariens appartenant à plusieurs genres (*Syringophilus*, Analgésiens, etc.) dans le tuyau des plumes, du vivant de l'oiseau.

» Jusqu'à présent on n'avait rien observé d'analogue pour les Ricins ou *Mallophages*, insectes aptères qui vivent avec de nombreux Sarcoptides dans le plumage des oiseaux. Un fait récent nous permet d'affirmer que, dans certaines circonstances, les Ricins pénètrent également dans le tuyau des plumes et y vivent à la manière des Syringophiles.

» Sur les ailes d'un Courlis (*Numenius arquatus*) tué à la chasse, en décembre 1885, par M. René Martin et que cet ornithologiste distingué avait bien voulu m'envoyer pour la recherche des Sarcoptides plumicoles, mon attention fut attirée par de singulières perforations que présentaient deux ou trois des grandes pennes à chaque aile. Ces perforations rondes ou elliptiques, semblables comme aspect et dimension à des trous d'épingle, étaient situées dans le sillon du rachis, à la face inférieure de la plume, ou sur le côté, près de l'insertion des barbes, à $0^{m},02$ environ de l'ombilic supérieur, mais toujours sur la partie blanche et opaque de la tige, plus tendre et plus facile à percer que la région transparente, cornée, qui forme la base du tuyau. Ces perforations donnaient accès dans l'intérieur, vers la partie du tuyau qui se prolonge, en se rétrécissant en bec de flûte, vers l'extrémité libre de la plume. A côté de ces trous, on voyait des empreintes ayant la même forme et les mêmes dimensions, mais n'intéressant pas toute l'épaisseur de la paroi, semblables à des trous inachevés. Ces empreintes sont la preuve évidente que les ouvertures ont été percées *du dehors au dedans*.

» Ces plumes, examinées par transparence, ne montrent plus trace des

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. XCIX (1884), p. 1130.

cônes qui forment des sortes de cloisons à l'intérieur du tuyau : à la place on y distingue des objets mobiles dont la nature ne peut être déterminée sans un examen plus approfondi. Si, à l'aide de ciseaux fins, on fend alors le tuyau, on en fait sortir les insectes qui sont évidemment les auteurs de ces perforations. Chaque plume renferme cinq à six cadavres de Ricins, du genre *Colpocephalum* (1), pour la plupart femelles, avec des fèces noirâtres, comme preuve d'un séjour prolongé dans cette espèce de chambre où ces insectes ont pu se nourrir, comme les Syringophiles, de la substance des cônes qu'ils ont détruits peu à peu. En outre, ces femelles ont pondu leurs œufs que l'on voit, par transparence, collés sur la paroi interne du tuyau, où ils forment des spirales plus ou moins régulières, se touchant tous par leur plus petit diamètre. La plupart de ces œufs sont des coques vides : deux ou trois seulement renferment encore des embryons à peu près complètement développés.

» Si, arrachant l'une de ces plumes, on l'examine avec soin du côté de son insertion, on y trouve, presque toujours, un second trou situé sur le côté à 5^{mm} environ de l'ombilic inférieur. Cette seconde ouverture est évidemment le *trou de sortie* des jeunes larves récemment écloses, trou dont les parents n'ont pu faire usage, puisqu'ils ont laissé leurs cadavres dans le tuyau après avoir accompli la fonction de reproduction qui est le terme ordinaire de leur vie.

» On conçoit facilement que ces Ricins, en pénétrant ainsi dans le tuyau des plumes, ont dû être guidés par un instinct très sûr qui les poussait à rechercher un milieu clos et à une température égale, propre à l'éclosion de leurs œufs pendant la saison d'hiver, époque où l'oiseau a été tué. Le tuyau des plumes leur offrait à la fois le vivre et le couvert, puisque les cônes ont été dévorés soit par les parents, soit par les jeunes après leur sortie de l'œuf. La matière pulpeuse de ces cônes, se desséchant beaucoup plus lentement que les parties extérieures de la plume, doit parfaitement convenir à ces derniers pendant leur premier âge. Quant aux parents, il est évident que leur grande taille ne leur permet pas de se servir, pour pénétrer dans le tuyau, des ouvertures naturelles et notamment de l'ombilic supérieur, comme le font vraisemblablement les Syringophiles et les Anal-

---

(1) M. le Dr Piaget, le savant spécialiste, à qui nous avons soumis ces insectes, les considère comme appartenant à une espèce ou variété nouvelle qu'il propose de désigner sous le nom de *Colpocephalum triseriatum*.

gésiens. Mais leurs puissantes mandibules, habituées à triturer la substance des plumes dont ils se nourrissent, leur permettent de creuser les trous qui font l'objet de cette observation.

» Resterait à déterminer, d'une façon plus précise, quelles sont les conditions particulières de la vie de l'oiseau qui nécessitent, de la part des Ricins, cette espèce de migration à l'intérieur des plumes. C'est ce qu'il y aura lieu d'élucider par des recherches ultérieures, faites autant que possible sur l'oiseau frais, condition que nous n'avons pu remplir dans le cas présent, par suite de circonstances indépendantes de notre volonté. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'absorption de l'acide carbonique par les feuilles.* Note de MM. **Dehérain** et **Maquenne.**

« Quand on réfléchit à l'extrême parcimonie avec laquelle l'acide carbonique est répandu dans l'atmosphère, on est étonné qu'en quelques mois de végétation les plantes annuelles puissent accumuler la masse énorme de carbone qu'elles renferment, et nous avons voulu savoir si l'acide carbonique ne serait pas absorbé par les feuilles avec une énergie qui compenserait sa rareté.

» Tandis que la décomposition de l'acide carbonique par la cellule à chlorophylle a donné lieu à un grand nombre de travaux importants, la première phase de ce phénomène, l'absorption de l'acide carbonique par les feuilles, a été, jusqu'à présent, négligée. Nous abordons aujourd'hui son étude, en déterminant la valeur de cette absorption dans le cas particulier où la pression de l'acide carbonique est égale à la pression de l'atmosphère.

» L'appareil employé consiste en un système de deux tubes verticaux, de $0^m,80$ de longueur, divisés en millimètres et reliés par leur partie inférieure, comme ceux d'un voluménomètre; ils communiquent, en outre, avec un réservoir à mercure que l'on peut déplacer le long de la tige d'un support spécial; ces tubes sont entourés d'un manchon rempli d'eau, que l'on maintient à une température rigoureusement constante.

» L'un des tubes est ouvert à sa partie supérieure et joue le rôle de manomètre; l'autre, qui sert de mesureur, porte un tube en croix dont chaque branche est munie d'un bon robinet; l'une de ces branches est en relation constante avec une trompe à mercure.

» Enfin, le mesureur a été jaugé, et une Table de correspondance permet

de connaître, à quelques centièmes de centimètre cube près, le volume compris entre le robinet supérieur et un point quelconque de la graduation.

» Pour faire une expérience, on enferme dans le mesureur une certaine quantité d'air normal, saturé de vapeur d'eau, puis on mastique, à l'une des branches du tube en croix dont nous venons de parler, un tube semblable à ceux qui nous ont servi dans l'étude de la respiration, et dans lequel on a placé 10gr de feuilles fraîches. Ce tube est lui-même maintenu par un bain d'eau à température constante; on y fait le vide complètement, puis, établissant la communication avec le mesureur et ramenant le gaz à la pression atmosphérique par un déplacement convenable du réservoir à mercure, on détermine le volume d'air qui est entré.

» Cela fait, on remplace le gaz du mesureur par de l'acide carbonique pur, et on répète exactement la même manœuvre. On reconnaît alors, après avoir, comme précédemment, ramené le gaz à la pression normale, que la diminution de volume de l'acide carbonique est beaucoup plus considérable que celle qu'on avait observée dans le cas de l'air; parfois même, le niveau du mercure est plus élevé que si le tube était vide de feuilles.

» A la température ordinaire, l'absorption est instantanée : le mercure reste immobile pendant quelque temps, puis s'abaisse lentement par suite de la formation d'acide carbonique par respiration intra-cellulaire. A zéro, l'absorption est plus lente; le mouvement ascensionnel du mercure se prolonge alors pendant cinq ou six minutes.

» Si l'on admet que l'air n'est pas absorbé par les feuilles en quantité sensible (on trouve des résultats identiques avec l'hydrogène), la différence entre les volumes observés dans ces deux expériences successives donne la mesure de l'acide carbonique absorbé, et, si l'on ramène les volumes gazeux à zéro et 760, on peut en déduire le coefficient d'absorption de l'acide carbonique pour 1gr de feuilles.

» C'est ainsi qu'on a calculé les nombres suivants :

Coefficients d'absorption de l'acide carbonique pour 1gr de feuilles.

Températures.	Fusain vieux.	Lilas.	Fusain jeune.	Laurier.	Trèfle.
0°	1,08	1,23	1,29	1,35	1,40
5	0,95	1,13	1,13	1,16	1,23
10	0,81	0,98	0,98	1,01	1,07
15	0,70	0,87	0,89	0,88	0,94
20	0,61	0,75	0,75	0,77	0,82
Eau pour 100 de feuilles	66,3	74,4	75,4	76,4	77,7

» On voit, à l'inspection de ces chiffres, que la quantité d'acide carbonique absorbé varie avec les espèces, mais qu'elle est toujours en rapport avec la proportion d'eau que renferment les feuilles.

» Lorsqu'on opère dans une atmosphère d'acide carbonique pur, l'absorption de ce gaz paraît donc être due principalement à un phénomène de dissolution, qui se produit instantanément à cause de l'énorme surface que présentent les organes absorbants.

» Cependant, si l'on calcule, à l'aide de ces premières données, le coefficient d'absorption de l'acide carbonique par l'eau des feuilles, on trouve souvent, ainsi qu'on peut le voir dans le Tableau ci-joint, des nombres supérieurs à ceux qu'a donnés Bunsen pour l'eau pure.

Coefficient d'absorption de l'acide carbonique par l'eau des feuilles.

Températures.	Fusain vieux.	Lilas.	Fusain jeune.	Laurier.	Trèfle.	Eau pure.
0°	1,62	1,70	1,75	1,74	1,81	1,80
5	1,42	1,50	1,48	1,54	1,58	1,45
10	1,22	1,31	1,30	1,31	1,37	1,19
15	1,08	1,17	1,15	1,16	1,20	1,00
20	0,91	1,01	1,00	1,01	1,07	0,90

» Ainsi, si l'on écarte les expériences exécutées à zéro, le liquide qui gorge les feuilles absorbe l'acide carbonique en plus forte proportion que l'eau ne le dissout. Cette différence s'accentue bien davantage quand on diminue la pression de l'acide carbonique en le mélangeant avec un autre gaz comme l'air atmosphérique ou l'azote : nous étudions actuellement cette seconde partie de notre sujet, et nous espérons pouvoir bientôt rendre compte à l'Académie des résultats obtenus.

» Des expériences déjà exécutées découlent les conclusions suivantes :

» 1° La proportion d'acide carbonique pur que les feuilles absorbent sous la pression atmosphérique varie avec la quantité d'eau qu'elles renferment.

» 2° Le coefficient d'absorption de l'acide carbonique par l'eau des feuilles est, dans les limites ordinaires de température, supérieur au coefficient de solubilité du même gaz dans l'eau.

» 3° Cette absorption est extrêmement rapide, ce qui explique comment les feuilles arrivent à s'emparer, pour s'en nourrir, des quelques dix-millièmes d'acide carbonique que renferme l'air normal. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'association cristallographique des feldspaths tricliniques.* Note de M. R. Bréon, présentée par M. Fouqué.

« Parmi les roches rapportées du Krakatau, il y a quelques labradorites dont les feldspaths, étudiés au point de vue des propriétés optiques, nous ont paru, d'après les valeurs maxima des angles d'extinction, appartenir à des espèces tricliniques différentes. Les microlithes possèdent les extinctions du labrador; quant aux grands cristaux (premier stade de consolidation), les uns présentent les extinctions du labrador, d'autres celles de l'anorthite. Enfin on rencontre, et c'est le cas le plus fréquent, des associations dans lesquelles certaines parties présentent les extinctions du labrador et d'autres celles de l'anorthite. Un grand nombre de ces feldspaths, maclés suivant la loi de l'albite, sont zonés, et, si l'on applique à l'étude de ces bandes concentriques les principes établis par M. Michel Lévy dans son Mémoire sur les positions d'égale intensité lumineuse des minéraux juxtaposés en lame mince, on arrive également à conclure que chacun de ces cristaux zonés est une association de deux feldspaths différents.

» Dans le but de vérifier si telle était réellement la constitution de ces cristaux, nous avons soumis la roche, réduite en lames minces, à l'action de l'acide chlorhydrique concentré et porté à une température d'environ 80°. La durée de l'attaque a varié de deux à six heures. Les préparations, lavées ensuite à grande eau, ont été plongées dans une dissolution aqueuse de fuchsine. La matière colorante se fixe sur les parties gélatinisées et n'agit pas sur les minéraux non attaqués par l'acide. Pour rendre le phénomène plus net et pour obtenir une coloration plus intense, il est bon de laisser évaporer lentement la solution de fuchsine sur la lame mince avant de reprendre par l'eau pour enlever toute la couleur non fixée.

» Les préparations, séchées avec soin, revêtues de baume de Canada et recouvertes d'un verre mince, sont ensuite soumises à l'examen microscopique. On constate alors que les microlithes feldspathiques sont absolument intacts : parmi les grands cristaux, les uns sont intacts, d'autres sont complètement attaqués, le plus grand nombre enfin offrent, dans leur intérieur, un noyau reproduisant la forme extérieure du cristal, complètement attaqué, ne polarisant plus et coloré fortement par la fuchsine, tandis que la zone extérieure est restée incolore et possède les propriétés

optiques du labrador. La séparation entre la partie attaquée et la partie intacte est presque toujours extrêmement nette et tranchée, l'anorthite ayant été attaquée avec facilité et complètement, et le labrador ayant parfaitement résisté. Cependant il est juste de dire que, dans les préparations sur lesquelles on a fait agir l'acide chlorhydrique chaud pendant plus de trois à quatre heures, le labrador a subi un commencement d'attaque. Il se teinte légèrement par la fuchsine, sans perdre toutefois son action sur la lumière polarisée.

» Il est à remarquer que, dans les échantillons maclés suivant la loi de l'albite, on ne voit point de bandes alternantes appartenant les unes au labrador, les autres à l'anorthite. L'association des deux feldspaths ne s'est pas faite sous forme de macle, elle s'est opérée par la superposition de zones concentriques, l'anorthite ayant cristallisé tout d'abord et s'étant enveloppée d'une sorte de revêtement cristallin de labrador, sans que la forme ait subi aucune modification notable. La cristallisation de l'anorthite avant celle du labrador s'explique, du reste, aisément par sa fusibilité moindre au sein d'un magma igné comme celui qui a donné naissance à la roche.

» Ainsi, il s'agit ici d'une association physique d'anorthite et de labrador, association qui démontre nettement l'épreuve chimique corroborant les données optiques. Déjà, à propos des laves de Santorin, M. Fouqué avait prouvé que, dans une même roche, on pouvait rencontrer simultanément à l'état de grands cristaux plusieurs feldspaths tricliniques.

» Dans le fait que nous signalons, il y a non seulement présence simultanée du labrador et de l'anorthite dans la même roche, mais encore englobement de l'un des feldspaths par l'autre.

» C'est un cas d'isomorphisme mécanique bien différent de l'isomorphisme chimique formulé par Mitscherlich; nous ne croyons pas cependant qu'on puisse voir dans cette observation une confirmation de la théorie de Tschermak d'après laquelle tous les feldspaths tricliniques seraient des associations d'albite et d'anorthite par voie d'isomorphisme mécanique.

» Accessoirement, nous ferons remarquer que l'examen des préparations soumises au traitement que nous avons décrit montre que le fer oxydulé a été dissous; le péridot assez rare dans la roche a été gélatinisé; l'hypersthène, qu'il est assez exceptionnel de rencontrer dans un milieu aussi basique, n'a subi aucune altération, non plus que l'augite, soit en

grands cristaux, soit en microlithes. La matière amorphe, très peu abondante sous forme d'un verre brun très foncé, est attaquée. »

GÉOLOGIE. — *Sur les roches des Corbières appelées ophites.* Note de M. VIGUIER, présentée par M. Fouqué.

« Depuis Fournal, en 1829, de nombreux géologues ont étudié ou cité les roches éruptives des Corbières; Dufrénoy, d'Archiac, M. Noguès, Magnan, Leymerie, empruntant à la géologie pyrénéenne le terme d'*ophite*, si mal défini jusqu'à ces dernières années, l'appliquèrent aux roches également mal connues des Corbières et émirent sur leur composition minéralogique, leur mode d'origine et leur âge, les hypothèses les plus diverses, fausses dans leur trop grande généralisation, mais faisant chacune cependant une part à la vérité.

» Au moment de terminer une étude géologique des Corbières, étude où je traiterai en détail la question de ces roches, je crois pouvoir résumer en quelques mots les conclusions auxquelles je suis arrivé.

» Si, avant les études de pétrographie microscopique, on pouvait rapprocher de l'ensemble des ophites des Pyrénées la série des roches éruptives des Corbières réunies également sous le nom d'*ophite*, on peut dire aujourd'hui sûrement qu'il n'y a pas identité au point de vue pétrographique entre les deux régions. Comme l'avait dit d'Archiac, les roches des Corbières appartiennent à des types minéralogiques divers que M. Noguès a essayé de spécifier dès 1865, mais tout en leur conservant le nom générique d'*ophite*.

» D'après l'étude que j'ai faite de ces roches, étude pour laquelle j'ai trouvé le plus précieux secours au laboratoire de Minéralogie du Collège de France, les types que l'on peut distinguer dans la série éruptive des Corbières sont les suivants :

» 1° *Microgranulite* traversant les schistes siluriens et peut-être dévoniens;

» 2° *Porphyrite andésitique à pyroxène à structure ophitique* (ophite) en filons de quelques centimètres dans les schistes carbonifères;

» 3° *Porphyrite andésitique* antérieure au moins au houiller supérieur;

» 4° *Porphyrite andésitique* probablement postérieure au terrain houiller;

» 5° *Porphyre à quartz globulaire* très voisin des microgranulites et antérieur au terrain houiller;

» 6° *Mélaphyres andésitiques*, dont quelques-uns à labrador.

» La dimension des microlithes d'oligoclase est très variable dans les divers gisements de ces mélaphyres qui présentent souvent la structure amygdaloïde, avec vacuoles remplies de céladonite, de zéolithes, principalement de mésotype et de calcédoine.

» Ces mélaphyres, appartenant au permien ou au trias inférieur, apparaissent dans la région en nombreux affleurements de très peu d'étendue, au-dessous des gypses sédimentaires, très probablement tous keupériens et surmontés par la zone à *Avicula contorta*, mais presque partout représentant seuls le trias, le permien lui-même faisant aussi sans doute entièrement défaut. Il est important d'insister sur le fait que l'on rencontre souvent des gypses, sans que la roche éruptive paraisse se montrer au travers, et, inversement, les gisements de cette dernière ne sont souvent pas accompagnés de gypse; de plus, comme on l'a dit depuis longtemps, bien que cette observation ait été trop négligée, le gypse englobe quelquefois des fragments roulés de la roche.

» Quant aux quartz bipyramidés, fréquents dans les gisements de gypse, je les regarde comme dus à des sources siliceuses spécialement abondantes à cette époque et qui, amenant de la silice dans les mers où se déposait le gypse, ont laissé souvent leur trace dans la masse sous-jacente de la roche éruptive sous forme de filons quartzeux à cristaux plus ou moins incomplets, comme le sont souvent même ceux du gypse.

» Sur le bord oriental des Corbières, où ces mélaphyres sont tous cantonnés, sauf de rares exceptions que j'étudierai plus tard, les affleurements de ces roches sont toujours en relation plus ou moins prochaine avec les couches infrajurassiques, affleurant souvent au fond de vallées de fracture qui mettent le jurassique en contact avec le crétacé supérieur ou le tertiaire et qui rappellent les vallées tiphoniques décrites en Portugal par M. Choffat.

» 7° *Diorite andésitique* à petits éléments, généralement pauvre en amphibole et quartz, mais riche en sphène, paraissant postérieure au moins au trias.

» 8° *Diabase labradorique à amphibole* ayant traversé les couches du lias supérieur à *Hildoceras bifrons*.

» 9° *Basalte labradorique*, certainement quaternaire et identique à ceux d'Agde et de l'Hérault.

» Toute cette série de roches ne se rattache guère au type actuel défini d'ophite des Pyrénées que par l'ophite que j'ai citée dans des couches très

probablement carbonifères, où je l'ai observée avec M. de Rouville, et qui a si peu d'importance que son gisement n'avait pas encore été signalé; M. Fouqué la considère comme une ophite normale.

» Sans tenir compte des autres roches dont le rôle et la fréquence n'offrent rien de remarquable, il semble que l'extrême développement des mélaphyres dans les Corbières, suivant des gîtes alignés dans des directions entre nord et nord-est, rapproche singulièrement cette région, au point de vue éruptif comme au point de vue dynamique, d'autres régions de l'Europe comme les Vosges, le Nassau, le Palatinat, les Alpes et le Tyrol où dominent des systèmes de fractures différentes de ceux des Pyrénées qui, suivant l'hypothèse émise par M. de Lapparent, devraient rester reliées plutôt au régime éruptif de l'Apennin. Sans s'exagérer ces différences, on voit que le basalte lui-même, s'alignant nord-sud avec ceux de l'Hérault et du massif central, ne se retrouve que dans l'extrême région orientale des Pyrénées et de la Catalogne où les grands mouvements autour de nord et nord-nord-est ont joué un rôle plus long et plus important que dans les Pyrénées centrales et occidentales.

» Les fractures du système du Rhin (16°), qui ont probablement coïncidé à peu près avec l'épanchement des mélaphyres, suivant une direction analogue, ont été rencontrées et plus ou moins suivies plus tard par des fractures tertiaires autour de 30° qui ont alors fait apparaître au milieu de terrains plus récents les couches contenant ces roches et ont ainsi probablement causé l'erreur de ceux qui ont attribué leur éruption à l'époque tertiaire. »

GÉOLOGIE. — *Sur les schistes micacés primitifs et cambriens du sud de l'Andalousie.* Note de MM. **Ch. Barrois** et **Alb. Offret**, présentée par M. Fouqué.

« Les roches recueillies dans la partie de la chaîne bétique comprise entre la sierra Tejeda et la sierra Nevada, et dont nous avons indiqué le gisement et l'âge géologique dans une Note précédente, présentent naturellement les plus grandes analogies avec celles de la Serrania de Ronda, décrites dans les Notes de MM. Michel Lévy et Bergeron. La plus grande différence entre les deux régions consiste dans l'absence, dans celles-ci, des remarquables roches éruptives basiques de la sierra de Ronda.

» Les micaschistes de l'étage des schistes cristallifères de Cordier sont

les roches les plus répandues de ce massif : leurs éléments constituants sont rutile, tourmaline, graphite, fer oxydulé, fer titané, zircon, staurotide, grenat, quartz, mica noir, mica blanc, disthène, sillimanite, andalousite et parfois feldspath. Dans quelques cas exceptionnels, tous ces minéraux sont réunis dans la même roche (ramblas de Gualchos, de Torre del Mar); le plus souvent ils sont répartis diversement, donnant naissance à des micaschistes ou schistes micacés, à des micaschistes grenatifères, à des micaschistes à staurotide et andalousite, à des micaschistes feldspathiques et à des gneiss granulitiques. La staurotide et le grenat comptent parmi les éléments les plus anciens de ces roches; ils sont souvent en débris; leurs cassures, leurs déplacements dans la roche, témoignent des puissantes pressions mécaniques subies. Le quartz et le mica blanc sont les minéraux secondaires les plus caractéristiques; ils déterminent la structure feuilletée traversant les minéraux anciens sous forme de files continues ou d'inclusions alignées.

» Des modifications plus récentes dont ces micaschistes donnent encore des exemples (Jatar, Mairena, Sartaero) sont la formation du mica noir aux dépens du grenat, et celle du fer titané aux dépens du rutile.

» Ces micaschistes contiennent souvent des glandules et filonnets quartzeux avec mica blanc et andalousite, parfois chargés de feldspath, et où se trouvent d'une manière générale toutes les espèces minérales reconnues dans le micaschiste voisin, mais dans un plus grand état de pureté.

» Les schistes *cambriens* sont plus pauvres en minéraux que les micaschistes sur lesquels ils reposent ; deux types de cette série méritent une mention spéciale : les schistes à chloritoïde et les schistes séricitiques sans chloritoïde. La *séricite,* déterminée par la considération de ses propriétés optiques et par l'examen qualitatif de sa composition chimique dans un certain nombre d'échantillons de localités différentes (Murtas, Motril), s'y trouve un élément constituant essentiel de tout l'étage des schistes séricitiques sans chloritoïde, facilement reconnaissables à leur finesse, à leur douceur à toucher, à leurs couleurs vives, bariolées, vert violacé, et forment par leur altération une argile fine, onctueuse, désignée dans le pays sous le nom de *Launœ*. En outre de la séricite, la roche contient : rutile abondant en très fins microlithes, tourmaline, graphite, pyrite, chlorite, quartz, et parfois mica noir. Ces schistes séricitiques sans chloritoïde alternent avec des schistes charbonneux, des quarzites et des schistes à chloritoïde.

» Le chloritoïde est bien caractérisé en lamelles de $0^{mm},1$ à 2^{mm}, à con-

tours irréguliers, facilement clivables suivant *p* et présentant un autre clivage difficile ; elles sont formées de lames hémitropes accolées suivant *m* et *t*, empilées suivant le clivage principal, mais avec pénétration et rotation de 120° autour d'un axe perpendiculaire à *p*. Bissectrice positive, un peu oblique sur *p*. Un des caractères les plus saillants réside dans le pléochroïsme n_g = jaune verdâtre pâle, n_m bleu indigo, n_p vert-olive. Le chloritoïde est moins répandu en lames qu'en faisceaux de $0^{mm},1$ à $0^{mm},2$ formés de paillettes invisibles à l'œil nu, et caractéristiques par leur abondance des schistes verts de cet âge. En outre du chloritoïde, ces schistes contiennent : rutile, tourmaline, zircon, sphène, charbon, fer oxydulé, fer oligiste, biotite, chlorite, et parfois calcite.

» Tous ces schistes cambriens, à chloritoïde ou sans chloritoïde, contiennent, comme les micaschistes précédemment décrits, des glandules et des filonnets quartzeux, mais où se trouvent associés : felspath, chloritoïde, chlorite, séricite, et divers carbonates, au lieu de l'andalousite et du mica blanc des premiers filons.

» L'association de l'andalousite et du chloritoïde dans ces filons à des minéraux fluorés, boratés, titanés et l'abondance des inclusions liquides des quartz, rattachent leur formation à des phénomènes d'émanation.

» D'autre part, la relation constamment observée entre les espèces constituantes du filon et celles de la roche encaissante montre que les épontes n'ont pas joué un rôle purement passif.

» Ces deux faits établissent que les éléments volatils de ces filonnets de la sierra Nevada sont arrivés sous pression dans les couches encaissantes, mettant en jeu les affinités chimiques et favorisant les mouvements moléculaires.

» Ainsi ont pu cristalliser dans la roche imbibée et dans les cheminées les divers silicates observés, dont la nature se trouve toujours en relation avec la composition chimique initiale de la roche traversée. »

MÉDECINE. — *Sur les injections de médicaments gazeux dans le rectum.* Note de M. L. Bergeon.

« Cette méthode thérapeutique est basée :

» 1° Sur ce principe de Physiologie établi par Cl. Bernard que l'introduction, par la voie rectale, de substances même toxiques n'offre pas de dangers tant que l'élimination pulmonaire n'est pas entravée ;

» 2° Sur ce fait d'observation qu'un courant de gaz acide carbonique pur peut être introduit en quantité indéterminée dans les voies intestinales sans provoquer de désordres si l'injection est faite avec les précautions voulues.

» Nous nous sommes servi de cette méthode dans plusieurs maladies; nous donnons aujourd'hui les résultats que nous avons obtenus dans la phthisie pulmonaire.

» Après avoir essayé nombre de substances réputées balsamiques parasiticides (1) ou antiseptiques, nous avons fini par donner la préférence aux eaux minérales sulfureuses. Un courant de 4^{lit} à 5^{lit} de gaz acide carbonique traversant 250^{gr} à 500^{gr} d'eau minérale sulfureuse (Eaux-Bonnes, Allevard, Saint-Honoré, Challes) est introduit par le rectum deux fois par vingt-quatre heures. Après peu de jours d'emploi, nous avons constaté une diminution parvenant jusqu'à la suppression totale de la toux; modification profonde, comme qualité et comme quantité, de l'expectoration; suppression des sueurs; relèvement de l'état général et cela non seulement dans la phtisie au début, mais dans la phtisie confirmée. Notre observation quotidienne de l'auscultation nous a permis de constater la disparition progressive des râles humides. Les résultats nous ont paru suffisamment encourageants pour demander à ce qu'ils soient contrôlés. Dans une prochaine Note nous donnerons les résultats que nous avons obtenus dans d'autres maladies. »

M. A. Osselin adresse une Note « sur un mode général de locomotion par propulsion ».

M. Ch. Demangé adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Daubrée, un Mémoire « sur les tremblements de terre en France. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. A. V.

---

(1) Nous faisons une exception pour le sulfure de carbone, qui est un puissant emménagogue et nous a servi, par cette voie, à arrêter des hémoptysies coïncidant avec la période menstruelle.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 juillet 1886.

Revue internationale de l'Électricité et de ses applications; 1re année, t. I et II. Paris, G. Carré; Bruxelles, Manceaux, 1885-1886; 2 vol. in-8°.

Compagnie universelle du canal maritime de Suez. De l'application de la lumière électrique à l'éclairage des navires passant le canal de Suez. Note. Paris, impr. de la Compagnie, 1884; in-4°. (Présenté par M. de Lesseps.)

Compagnie universelle du canal maritime de Suez. Exploitation, Transit et Navigation. Règlement provisoire sur la marche de nuit dans le canal pour navires éclairés à la lumière électrique. Paris, 1885; 2 p. in-4°. (Présenté par M. de Lesseps.)

Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire; 2e série, t. V, année 1885. Saint-Étienne, impr. Théolier, 1885; in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou; année 1885, nos 3 et 4. Moscou, 1886; in-8°.

Transactions of the zoological Society of London; vol. XII, Part 2. London, 1886; in-4°.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1885; Part IV, april 1886. London, 1886; in-8°.

A census of the plants of New South Wales; by Ch. Moore. Sydney, T. Richards, 1885; in-8° relié.

Monthly and yearly means, extremes and sums for the years 1883, 1884, 1885, published by the *imperial meteorological Observatory.* Tokio, Japan; in-4°.

Telpherage: A lecture delivered by prof. John Perry *at the London Institution;* january 24th 1886. London, G. Tucker, 1886; br. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)